COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 3 AVRIL 1888.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'erreur à craindre dans l'évaluation des trois angles d'un triangle;* par M. J. **Bertrand**.

« Lorsqu'on mesure les trois angles d'un triangle par des méthodes qui laissent pour chacun d'eux la même erreur à craindre, la probabilité d'une erreur z étant

$$\frac{k}{\sqrt{\pi}} e^{-k^2 z^2} dz,$$

si, les trois mesures donnant les valeurs A, B, C, on a

$$A + B + C = 180^\circ + \alpha,$$

la théorie prescrit de diminuer chaque angle de $\frac{\alpha}{3}$. Le carré de l'erreur à craindre sur chacun d'eux est $\frac{1}{3k^2}$.

» Cette évaluation est calculée avant que les mesures soient prises. Les méthodes sont connues, la précision de l'instrument a été appréciée depuis longtemps. $\frac{1}{3k^2}$ est la valeur du carré de l'erreur à craindre sur chacun des angles.

» Les mesures sont prises. La valeur de α est connue; diminue-t-elle si elle est grande, accroît-elle si elle est petite la confiance due aux observations?

» Il faut distinguer les cas.

» Si les instruments sont inconnus ou mal connus, la somme trouvée pour les angles est un indice précieux, le seul quelquefois, de la valeur des opérations.

» Mais si l'instrument est bien connu, si la valeur de k ne peut pas être changée, un renseignement de plus étant sans valeur en présence de ceux que l'on a déjà, la valeur, petite ou grande, de α ne change rien à l'évaluation de l'erreur probable. Soient x, y, z les erreurs commises sur les trois angles, on a

$$x + y + z = \alpha.$$

» Posons

$$x^2 + y^2 + z^2 = \rho^2.$$

La probabilité du concours des trois erreurs est

$$\frac{k^3}{\pi\sqrt{\pi}} e^{-k^2\rho^2}\, dx\, dy\, dz\,;$$

elle est le produit de $\frac{k^3}{\pi\sqrt{\pi}} e^{-k^2\rho^2}$ par l'élément de volume $dx\,dy\,dz$, en considérant x, y, z comme des coordonnées rectangulaires.

» La probabilité pour que, $x + y + z$ étant compris entre α et $\alpha + d\alpha$, ρ le soit entre ρ et $\rho + d\rho$, sera le produit de $\frac{k^3}{\pi\sqrt{\pi}} e^{-k^2\rho^2}$ par le volume compris entre les deux sphères qui correspondent aux rayons ρ et $\rho + d\rho$, et les plans dont les équations sont

$$x + y + z = \alpha,$$
$$x + y + z = \alpha + d\alpha.$$

» Ce volume est

$$2\pi\rho\, d\rho \frac{d\alpha}{\sqrt{3}}.$$

» La probabilité est donc

$$\frac{2k^3}{\sqrt{\pi}\sqrt{3}} e^{-k^2\rho^2} \rho\, d\rho\, d\alpha.$$

» Si α est donné, la probabilité d'une valeur de ρ est de la forme

$$G e^{-k^2\rho^2} \rho\, d\rho,$$

G étant une fonction de α déterminée par la condition nécessaire

$$G \int_{\frac{\alpha}{\sqrt{3}}}^{\infty} e^{-k^2\rho^2} \rho\, d\rho = 1,$$

qui donne

$$G = 2k^2 e^{\frac{k^2\alpha^2}{3}}.$$

» La valeur probable de ρ^2 est

$$2k^2 e^{\frac{k^2\alpha^2}{3}} \int_{\frac{\alpha}{\sqrt{3}}}^{\infty} e^{-k^2\rho^2} \rho^3\, d\rho,$$

dont la valeur est

$$\text{(A)} \qquad \frac{\alpha^2}{3} + \frac{1}{k^2}.$$

» Si l'on corrige chaque angle en lui retranchant $\frac{\alpha}{3}$, les erreurs deviendront

$$x - \frac{\alpha}{3}, \quad y - \frac{\alpha}{3}, \quad z - \frac{\alpha}{3};$$

la somme de leurs carrés, $x + y + z$ étant égale à α, est

$$\rho^2 - \frac{\alpha^2}{3};$$

elle a pour valeur probable, α étant donné et la valeur probable de ρ^2 étant (A),

$$\frac{\alpha^2}{3} + \frac{1}{k^2} - \frac{\alpha^2}{3} = \frac{1}{k^2},$$

la même, précisément, qu'avant les mesures prises.

» La somme connue des trois angles ne change donc pas, après correction, la valeur probable du carré de l'erreur, lorsqu'on se refuse à regarder

l'accord des observations comme une preuve de l'habileté avec laquelle elles ont été faites.

» Mais, dira-t-on peut-être, pourquoi s'y refuser?

» Je ne le conseille nullement. Cela dépend des circonstances. Si un observateur, se servant pour la première fois d'un instrument livré par un constructeur qu'il ne connaît pas, obtient en mesurant les trois angles d'un triangle une somme égale à deux droits, il se montrerait fort injuste en refusant de voir, dans ce début, un précieux témoignage en faveur de l'instrument nouveau.

» Mais si l'instrument est connu pour détestable, si plusieurs centaines d'observations l'ont depuis longtemps condamné, la concordance des mesures devra être tenue pour fortuite, sans qu'on ait droit d'y puiser aucun accroissement de confiance, je ne dis pas seulement dans l'instrument, mais dans la valeur trouvée pour les angles. »

ASTRONOMIE. — *Théorie nouvelle de l'équatorial coudé et des équatoriaux en général. Procédés nouveaux pour l'orientation de l'axe polaire. Étude de la flexion du bras;* par MM. **Lœwy** et **P. Puiseux.**

« Nous allons maintenant faire connaître les procédés nouveaux qui permettent d'évaluer les constantes n et λ.

» Supposons que l'on observe une étoile voisine du pôle, trente minutes avant et trente minutes après son passage par le premier cercle horaire.

» Soient h', h'' les angles horaires qui répondent aux deux observations, $\mathcal{A}'$, $\mathcal{A}''$ les ascensions droites instrumentales. On aura sensiblement $\sin h' = \sin h''$. Les observations étant faites symétriquement par rapport au premier cercle horaire, si l'on tient compte en outre que h' et h'' diffèrent peu de 90°, on voit que les termes en $\sin h$ peuvent être considérés comme reprenant exactement la même valeur; dès lors, le changement survenu dans la correction d'ascension droite $\delta\mathcal{A}$ sera dû à la variation du facteur $\cos h$, variation qui atteint son maximum à l'époque du passage par le premier cercle horaire. Si l'on néglige provisoirement la réfraction, il viendra

$$\mathcal{A}' - \mathcal{A}'' = n \operatorname{tang}\delta(\cos h'' - \cos h'), \qquad \text{d'où} \qquad n = \frac{\mathcal{A}' - \mathcal{A}''}{(\cos h'' - \cos h') \operatorname{tang}\delta}.$$

» Pour α Petite Ourse, $(\cos h'' - \cos h') \operatorname{tang}\delta$ devient à peu près $2 \operatorname{tang}\delta \cos 97°30' = 11,6$. Cette opération différentielle, effectuée dans l'espace d'une heure, fournit donc la valeur de n avec une précision tout à fait suffisante pour le but que l'on veut atteindre. De même, en observant

une polaire dans des positions symétriques par rapport au méridien, et embrassant à peu près le même intervalle, on trouve $\lambda = \frac{\mathcal{A}' - \mathcal{A}''}{(\sin h' - \sin h'') \tang \delta}$.

» On obtient donc la valeur de ces deux éléments fondamentaux, relatifs à la position de l'axe horaire, d'une manière directe, indépendamment de toute autre inconnue, et par un calcul des plus faciles. Dans la pratique, nous nous sommes contentés, ce qui fournit une précision suffisante, d'effectuer les deux observations conjuguées dans un intervalle qui ne dépasse pas quarante minutes, et, pour contrôler les résultats obtenus, nous avons observé ces variations aussi bien dans la position directe que dans la position inverse de la lunette. Les procédés qui viennent d'être indiqués s'appliquent aussi avec avantage aux équatoriaux ordinaires.

» On a donc par les observations de passages tous les éléments nécessaires à leur réduction, mais non toutes les données exigées pour la rectification de l'instrument. En effet, les inconnues m et M_1 d'une part, M_2 et B de l'autre, bien que d'origine différente et essentiellement distinctes au point de vue des déclinaisons, ne peuvent encore être séparées. Seules les sommes $m + M_1$, $M_2 + B$ sont déterminées.

» L'emploi des observations de distance polaire nous offre une autre méthode pour la détermination des constantes instrumentales. Dans ce cas encore, nous disposons de procédés indépendants pour obtenir la valeur des inconnues n et λ. Une étoile équatoriale observée au méridien dans les deux positions de la lunette donnera

(6) $$d\delta^d = I + \lambda - M_2, \qquad d\delta^i = - I + \lambda - M_2.$$

» L'observation d'une étoile polaire au méridien donnera de même les formules suivantes, où nous avons fait, suivant la convention indiquée plus haut, $\sin\delta = 1$, $\cos\delta = 0$,

(7) $$d\delta^d = I + \lambda + M_1, \qquad d\delta^i = - I + \lambda - M_1.$$

» On arrive aux mêmes équations en observant une étoile polaire au passage supérieur et au passage inférieur, dans une même position de la lunette. Les équations (6), fondées sur les lectures absolues, donnent immédiatement I et $\lambda - M_2$.

» On a de même par les équations (7) λ et $I + M_1$, ce qui permet d'évaluer séparément I, λ, M_1 et M_2.

» Enfin, une étoile polaire observée au premier cercle horaire donnera

$$d\delta^d = I - n + M_1, \qquad d\delta^i = - I + n - M_1;$$

I et M_1 étant connus, ces équations donneront n.

» On a donc, à l'aide des lectures absolues, la valeur de tous les éléments nécessaires à la réduction des distances polaires. Si l'on rapproche les valeurs trouvées pour M_2 et M_1 de celles de $M_2 + B$ et $m + M_1$, qui résultent des observations en ascension droite, on voit que toutes les constantes instrumentales sont obtenues séparément.

» De même que pour les ascensions droites, ce procédé, reposant sur l'observation d'étoiles voisines du pôle, est d'une application difficile ou impossible pour un observatoire de la zone équatoriale.

» On fera usage, comme précédemment, d'étoiles de déclinaison élevée, occupant des positions symétriques par rapport à l'équateur.

» On obtient ainsi pour le moment du passage du méridien

$$d\delta^d = I + \lambda + M_1 \sin\delta - M_2 \cos\delta, \qquad d\delta_1^d = I + \lambda - M_1 \sin\delta - M_2 \cos\delta,$$

et dans la position inverse de la lunette

$$d\delta^i = -I + \lambda - M_1 \sin\delta - M_2 \cos\delta, \qquad d\delta_1^i = -I + \lambda + M_1 \sin\delta - M_2 \cos\delta.$$

» Ces équations combinées donnent

$$I + \lambda - M_2 \cos\delta \quad \text{et} \quad M_1, \qquad -I + \lambda - M_2 \cos\delta \quad \text{et} \quad M_1.$$

» On en déduit I et $\lambda - M_2 \cos\delta$.

» D'autre part, l'observation des étoiles équatoriales a fait connaître $\lambda - M_2$. On voit donc que ces deux dernières équations fournissent avec exactitude les deux inconnues. Le facteur $\cos\delta$ étant très petit, la première donnera λ, la seconde M_2. On obtient donc séparément, avec une précision suffisante, les inconnues I, M_1, λ et M_2.

» Sous une latitude un peu élevée, on pourra encore tirer parti des observations d'étoiles voisines de l'équateur, aux angles horaires de $+6^h$ et de -6^h. On trouve ainsi, dans la position directe de la lunette,

$$d\delta^d = I - n + M_1 \sin\delta - M_2 \cos\delta, \qquad d\delta^i = -I + n - M_1 \sin\delta - M_2 \cos\delta;$$

M_1 étant connu, ces équations déterminent M_2 et $I - n$. Les valeurs trouvées seront en réalité presque indépendantes de celle qui aura été adoptée pour M_1 si la déclinaison de l'étoile observée est assez faible. Les observations d'étoiles équatoriales ont donné I. On pourra donc calculer n. Mais, comme on dispose déjà de méthodes nombreuses pour évaluer n, il ne nous semble pas nécessaire de recourir à ce dernier procédé, qui nécessite le calcul et l'application de réfractions considérables.

» Les observations différentielles en distance polaire peuvent être également utilisées avec avantage pour la détermination rapide des deux constantes n et λ. Supposons que l'on observe une étoile de déclinaison δ dans

deux positions symétriques par rapport au méridien, par exemple trente minutes avant et trente minutes après. Soient h', h'' les angles horaires, δ', δ'' les déclinaisons observées. On est conduit à l'équation

$$\delta' - \delta'' = n(\sin h'' - \sin h'), \qquad \text{d'où} \qquad n = \frac{\delta' - \delta''}{\sin h'' - \sin h'}.$$

» Ce procédé est, comme on le voit, très direct; mais il semble, à première vue, donner lieu à des écarts accidentels notables. En effet, dans le cas que nous avons considéré, le dénominateur diffère peu de $\frac{1}{4}$; dès lors, l'erreur commise sur la différence $\delta' - \delta''$ se trouve multipliée par 4. Si l'on réduit, comme nous l'avons fait quelquefois, l'intervalle des observations à trente minutes, cette différence se trouve même multipliée par 8. Mais il faut faire remarquer que l'évaluation de cette différence se fait avec la précision la plus élevée. La lunette étant bien fixée en déclinaison, vingt minutes avant le passage au méridien, on effectue sur l'étoile vingt pointés pendant qu'elle traverse le champ. On peut répéter cette opération deux ou trois fois pour accroître la précision. On opère de la même façon après le méridien pour la seconde mesure. La différence $\delta' - \delta''$ se trouve affectée d'une erreur que l'on peut réduire, si l'on veut, à quelques dixièmes de seconde d'arc. Ce procédé différentiel est donc plus expéditif que la méthode habituelle. Il est avantageux de se mettre dans des positions symétriques par rapport au méridien, afin d'éviter un effet sensible de la réfraction. Si l'on a négligé cette précaution, un calcul facile permettra d'y suppléer. On atteindra la plus grande exactitude en choisissant une étoile polaire. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'observer une symétrie aussi exacte pour éviter l'effet de la réfraction, la hauteur d'une étoile voisine du pôle changeant très peu dans l'espace d'une demi-heure.

» Pour l'évaluation de λ, on peut se servir d'un procédé analogue. On choisira une étoile polaire, par exemple, lors de son passage par le cercle horaire de 6^h. Si δ' et δ'' sont les déclinaisons observées, la variation apparente sera $\delta' - \delta'' = \lambda(\cos h'' - \cos h')$, d'où $\lambda = \dfrac{\delta' - \delta''}{\cos h'' - \cos h'}$.

» Ici l'on devra se borner aux étoiles polaires pour éviter l'effet rapidement variable de la réfraction sur les autres étoiles. Cet effet ne s'élimine pas dans la combinaison d'observations symétriques par rapport au premier cercle horaire.

» La comparaison des formules de réduction pour le cas des distances polaires, entre l'équatorial coudé et l'équatorial ordinaire, montre que le problème est plus simple dans le second cas que dans le premier.

» Les corrections à appliquer deviennent indépendantes de la déclinaison

de l'étoile, et il y a deux éléments de moins à déterminer. Il en résulte que l'on peut omettre deux séries d'observations relatives à des étoiles de déclinaisons différentes. On se dispensera, par exemple, d'observer des polaires au méridien. Le mode d'opération et de recherche pour tous les autres éléments de réduction reste le même que précédemment.

» En résumé, on peut déterminer n par six méthodes distinctes, toutes applicables dans un observatoire de latitude moyenne :

» 1° Par les ascensions droites d'étoiles polaires au méridien; 2° par les ascensions droites au méridien d'étoiles choisies symétriquement par rapport à l'équateur et de déclinaison notable; 3° par l'observation d'une polaire en déclinaison au premier cercle horaire; 4° par l'observation en déclinaison d'étoiles voisines de l'équateur au premier cercle horaire; 5° par la variation de l'ascension droite d'une polaire au premier cercle horaire; 6° par la variation en déclinaison d'une polaire au méridien.

» Pour λ on dispose de cinq méthodes.

» 1° Les déclinaisons au méridien d'étoiles équatoriales, combinées avec des étoiles polaires; 2° les déclinaisons au méridien d'étoiles équatoriales, combinées avec des étoiles symétriques par rapport à l'équateur et de déclinaison notable; 3° les ascensions droites au méridien, combinées avec les ascensions droites au premier cercle horaire; 4° la variation en ascension droite d'une polaire au méridien; 5° la variation en déclinaison d'une polaire au premier cercle horaire.

» Les procédés différentiels, où l'on observe toujours dans les mêmes conditions, sans grand déplacement de l'instrument, et qui n'exigent qu'un calcul facile, nous paraissent les plus appropriés au but poursuivi. Leur avantage est surtout marqué dans le cas où le cercle de déclinaison ne permet pas de lectures précises, ce qui se présente fréquemment.

» Nous avons supposé jusqu'à présent qu'il n'existe pas de flexion, c'est-à-dire que la ligne de visée fasse un angle invariable avec l'axe de déclinaison, et l'axe de déclinaison un angle invariable avec l'axe horaire. Ces hypothèses ne se vérifient pas d'une manière absolue, et, par suite, il se manifeste certaines variations dans les constantes. Leur expression doit être complétée par des termes nouveaux. Nous allons nous proposer, dans ce qui suit, de déterminer la forme et la grandeur de ces termes.

» Dans l'équatorial ordinaire, un élément essentiel à considérer est la flexion de l'axe de déclinaison, due à ce que la lunette appuie en porte-à-faux sur cet axe. La flexion correspondante, dans l'équatorial coudé, est celle du bras, qui peut avoir une longueur de plusieurs mètres, et porte, en plus de son propre poids, celui du miroir extérieur. Mais l'analogie des

deux instruments ne se continue pas si l'on examine la flexion de l'axe horaire, dont il est cependant nécessaire de tenir compte.

» Examinons d'abord l'effet produit par les flexions possibles du bras.

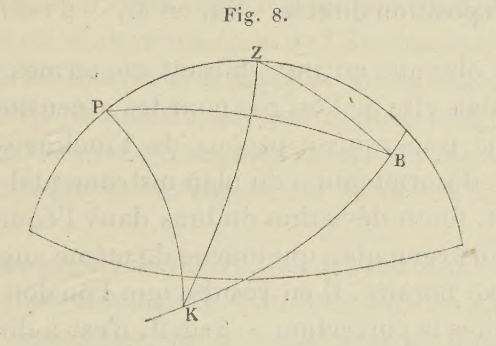
» Soient H l'angle horaire du bras, h l'angle horaire du point visé par la lunette. L'action de la pesanteur sur une molécule quelconque peut être décomposée suivant les trois directions rectangulaires suivantes :

» 1° Une parallèle à l'axe du bras; 2° une parallèle à l'axe horaire; 3° une perpendiculaire au plan des deux axes, menée du côté où croissent les angles horaires.

» La première composante ne tend à produire aucune déviation de l'axe du bras. La seconde est invariable de grandeur, puisque l'angle de l'axe horaire avec la verticale est constant. Elle est appliquée en un point situé toujours à la même distance de l'axe horaire. La flexion aura donc pour résultat d'augmenter un peu l'angle des deux axes, mais on doit considérer cet angle comme indépendant de l'angle horaire.

» Pour évaluer la troisième composante, nous remarquerons qu'elle est égale à la pesanteur multipliée par le cosinus de l'arc ZK (*fig.* 8), changé

Fig. 8.



de signe, K étant le point de l'équateur dont l'angle horaire surpasse de 90° celui du bras. P étant le pôle de la sphère céleste, le triangle PZK donne $\cos ZK = + \cos\varphi \cos(90° + H) = - \cos\varphi \sin H$.

» On peut mettre cette troisième composante sous la forme $K \sin H$, K désignant une constante. Son effet est de faire tourner le bras dans le plan de l'équateur, en le faisant sortir normalement du plan formé par les deux axes dans leur position initiale. Il est évident que pour H positif cette composante tend à dévier le bras du côté des angles horaires croissants. L'inverse a lieu pour H négatif. Comme il s'agit de déformations très petites, on peut admettre que l'effet est toujours proportionnel à la force et, par suite, que le changement produit par la pesanteur sur l'angle

horaire du bras est toujours représenté, en grandeur et en signe, par $\beta \sin H$, β désignant une constante.

» Le rayon entré dans la lunette suivant l'axe du bras et réfléchi sur le miroir intérieur sera, par suite, dévié d'un angle précisément égal à $\beta \sin H$. Cette déviation se fera, perpendiculairement au plan primitif des deux axes, du côté opposé à celui où se trouve ce bras par rapport à ce plan.

» Il en résultera un déplacement de l'image dans le champ perpendiculaire à l'axe du bras et égal à $\beta \sin H$. Si l'on a $\sin H > 0$, ce déplacement s'effectuera du côté des angles horaires décroissants, c'est-à-dire dans la direction choisie pour celle des x négatives.

» On tiendra compte, par conséquent, de la flexion du bras, en tant qu'elle déplace l'image dans le champ en remplaçant dans les formules de réduction M_1 par $M_1 - \beta \sin H$, et comme

$$H = 90^\circ + h \text{ position directe,} \qquad H = -90^\circ + h \text{ position inverse,}$$

on devra changer

$$M_1 \text{ en } M_1 - \beta \cos h \text{ position directe,} \quad M_1 \text{ en } M_1 + \beta \cos h \text{ position inverse.}$$

» La correction obtenue en introduisant ces termes est complète pour les déclinaisons. Mais elle ne l'est pas pour les ascensions droites. Il faut, comme on l'a déjà remarqué à propos de l'inclinaison du bras, tenir compte aussi de la désorientation du plan instrumental qui en est la conséquence. En effet, toute déviation du bras dans l'équateur entraîne une déviation du plan instrumental, qui tourne du même angle et dans le même sens autour de l'axe horaire. Il en résulte que l'on doit appliquer à toutes les ascensions droites la correction $-\beta \sin H$, c'est-à-dire

$$-\beta \cos h \text{ position directe,} \qquad +\beta \cos h \text{ position inverse.}$$

» En résumé, on tiendra compte de la flexion du bras en changeant, dans les formules de réduction en ascension droite données (p. 893),

$$M_1 \text{ en } M_1 - 2\beta \cos h \text{ position directe,} \quad M_1 \text{ en } M_1 + 2\beta \cos h \text{ position inverse,}$$

et, dans les formules de réduction en déclinaison,

$$M_1 \text{ en } M_1 - \beta \cos h \text{ position directe,} \quad M_1 \text{ en } M_1 + \beta \cos h \text{ position inverse.}$$

» Nous donnerons encore les termes tenant à la flexion de l'axe horaire. »

MÉTROLOGIE. — *Résultats des comparaisons de la toise du Pérou au mètre international, exécutées au Bureau international des Poids et Mesures par M.* Benoît, présentés par M. C. Wolf.

« L'Académie se rappelle que l'un des principaux arguments à l'aide desquels j'ai établi l'authenticité de la *toise du Pérou* est fondé sur l'existence, à la surface de la règle de fer conservée à l'Observatoire, des deux gros points qui ont servi, à l'origine, à délimiter la longueur de la toise. De toutes les toises connues, seule la toise du Pérou porte ces points ; elle est, en réalité, double : elle comprend une toise *à points* et une toise *à bouts*. La longueur de la toise à points a seule servi dans les opérations géodésiques du Pérou ; on en prenait la longueur à l'aide d'un compas à verge muni de deux pointes coniques, et on la transportait sur les règles employées à la mesure des bases (1). Les faces terminales et l'étalon dans lequel elles devaient entrer exactement ne servaient qu'à constater que la longueur de la règle n'avait pas changé.

» En 1766, cette toise, devenue toise de l'Académie et reconnue comme étalon des mesures de longueur françaises par la Déclaration du Roi en date du 16 mai, servit de modèle aux quatre-vingts règles (toise ou pied) qui furent envoyées dans les principales villes du royaume. J'ignore comment fut fait l'étalonnage de ces règles, sur la toise à bouts ou sur la toise à points (2).

» Les deux Commissions du mètre, Borda, Lavoisier et Brisson en premier lieu, puis les Commissaires de l'an VII, ont franchement adopté la distance des faces terminales, prise à une ligne du fond des entailles ; et c'est d'après cette distance qu'ont été étalonnés : 1° le mètre provisoire de Borda et Brisson, en 1795 ; 2° le mètre des Archives, pris égal, à 0°, à $443^{l},296$ de la toise prise à 13° du thermomètre de Réaumur ; et 3°, plus tard, les différentes toises envoyées à l'étranger, parmi lesquelles la toise

(1) Voir *Observaciones astronomicas y físicas hechas en Perú*, por D. J. Juan y D. Antonio de Ulloa. Madrid, 1748, p. 149.

(2) Je n'ai retrouvé que deux de ces règles de 1766, un pied-de-roi et une aune dans leurs étalons, à l'arsenal de Cherbourg. J'adresse au public savant un nouvel appel pour que des recherches soient faites dans les Archives des villes et des tribunaux.

de Bessel tient le premier rang, en raison des opérations importantes auxquelles elle a servi.

» Le degré du Pérou, qui constitue encore aujourd'hui un des éléments principaux du calcul des dimensions et de la forme de la Terre, a donc été mesuré avec la toise à points, tandis que toutes les opérations géodésiques du XIXe siècle ont été basées sur la toise à bouts. Ces deux toises sont-elles rigoureusement égales? J'ai fait remarquer, il y a deux ans (*Comptes rendus*, 15 mars 1886), l'importance de cette question et, quelque temps après, j'en apportais à l'Académie une solution provisoire : des expériences différencielles donnaient $0^{mm},11$ environ de plus à la toise à bouts, si bien, qu'exprimé en toises actuelles, l'arc total du Pérou, qui était évalué à $176875^T,5$, devait être réduit à $176865^T,5$. Une autre question non moins importante était de connaître le rapport exact du mètre à chacune des deux toises; il devait en ressortir en effet un argument de haute valeur touchant la conservation de notre Règle de fer.

» A la demande de M. l'Amiral Directeur de l'Observatoire, le Bureau international des Poids et Mesures a bien voulu se charger de ces diverses déterminations, et, avec l'autorisation des deux Directeurs de ces établissements, j'en apporte aujourd'hui les résultats à l'Académie.

» M. Benoît, premier Adjoint du Bureau de Breteuil, a été chargé des comparaisons. Il a bien voulu se conformer, dans ces opérations, à la règle que, d'un commun accord, nous avions adoptée dès le principe : employer des procédés de mesure aussi identiques que possible à ceux qu'avaient employés les anciens observateurs. La longueur de la toise à bouts devait donc être la distance de deux butoirs cylindriques amenés à toucher les faces terminales de la règle suivant toute son épaisseur, à une ligne environ du fond des entailles. La longueur de la toise à points devait être la distance de deux pointes fixes reposant dans le fond des trous coniques gravés sur la règle. Il fallait en outre connaître la dilatation de la toise pour ramener les longueurs à 13°R.

» Je transcris ici les parties du certificat de comparaison délivré par le Bureau international des Poids et Mesures, qui ont trait à l'étude de la toise :

» Dans toutes les études relatives à la toise du Pérou, M. Benoît s'est servi, comme terme de comparaison, de la règle étalon de 2^m du comparateur universel, désignée dans les cahiers du Bureau international par le symbole E. Les intervalles de cette règle, qui ont été employés dans les comparaisons, sont ceux des traits 50^{mm} et 2000^{mm} d'une part, et des traits 51^{mm} et 2000^{mm} d'autre part. Les constantes relatives à la

règle E, dont on avait ici besoin, et qui résultent, soit d'études antérieures, soit de quelques études supplémentaires faites à l'occasion même de l'étude de la toise du Pérou, sont les suivantes :

» Les longueurs à zéro des deux intervalles de comparaison sont :

$$E[50.2000] \text{ à zéro} = 1950^{mm},027^{\mu}.8,$$
$$E[51.2000] \text{ à zéro} = 1949^{mm},027^{\mu}.1,$$

» En outre, la dilatation de la règle E de 0° à t°, échelle des thermomètres en verre dur de Tonnelot, est représentée par l'expression

$$l_t = l_0(1 + 0,0000174706\,t + 0,0000000058\,9\,t^2).$$

» *Dilatation de la toise.* — Pour mesurer la dilatation de la toise, on a déterminé, à deux températures différentes, la distance de deux repères placés près de ses extrémités.

» Comme les traits des divisions déjà tracées sur la règle étaient trop grossiers pour fournir des repères suffisamment précis, on a tracé sur la face inférieure de la toise, à chaque extrémité et près du fond des entailles, trois traits transversaux, entre lesquels on a choisi ceux qui se présentaient le plus favorablement comme tracé et comme position. La distance des traits choisis a été comparée à l'intervalle E[51.2000] à deux époques différentes, aux moments où la température de la salle passait à peu près par le maximum et le minimum de l'année.

» Ces mesures ont conduit aux résultats suivants (moyennes de quatre séries d'observations pour l'été, et de six séries pour l'hiver) :

Août 1887	$t = 18°,87$,	$T - E[51.2000] = -\ 178^{\mu},4$,
Décembre 1887....	$t = 3°,22$,	$T - E[51.2000] = +\ 5^{\mu},9$,

T étant la distance des deux repères.

» On déduit de ces résultats et des données sur la valeur de l'intervalle E[51.2000] le coefficient de dilatation de la toise du Pérou :

$$T_t = T_0(1 + 0,00001156\,t),$$

où t désigne la température suivant l'échelle des thermomètres en verre dur de Tonnelot.

» *Toise à bouts.* — Pour les comparaisons de la toise à bouts, M. Benoît a fait construire, dans l'atelier du Bureau, des pièces de contact en fer, ayant la même épaisseur que la toise, et terminées par une surface cylindrique normale aux faces et soigneusement dressée. Ces pièces étaient maintenues par des guides, fixés à frottement aux extrémités de la toise, et l'arête du cylindre était pressée contre la face terminale de la toise par un petit ressort assurant un contact exact. Ce contact avait lieu *à une ligne* à peu près du fond des entailles. Sur les deux faces des pièces étaient tracés des traits, dont la distance était déterminée par comparaison avec la règle E. Comme contrôle et afin d'éliminer autant que possible les erreurs systématiques, on a construit quatre pièces semblables qui, en s'associant les unes aux autres de toutes les manières possibles, pouvaient fournir douze combinaisons différentes. En retournant la toise,

face pour face et bout pour bout, on avait encore douze combinaisons nouvelles, en tout vingt-quatre modes de mesure, différant tous les uns des autres au moins par l'un des contacts.

» On a commencé par déterminer les *constantes* de ces pièces, c'est-à-dire les distances des traits lorsqu'elles sont mises en contact entre elles deux à deux. On a fait ensuite les douze premières combinaisons, puis déterminé de nouveau les pièces de contact, puis fait les douze autres combinaisons, la toise étant retournée, et enfin déterminé une troisième fois les pièces de contact.

» La moyenne de ces vingt-quatre comparaisons, faites à des températures comprises entre 19°,6 et 20°,5 et ramenées à la température de 20°, est la suivante :

$$T_{(\text{bouts})} - E[50.2000] \text{ à } 20°,00 = -1535^{\mu}.$$

» On a, d'après les données indiquées plus haut :

$$E[50.2000]_{20°} = 1950^{\text{mm}},713.$$

Par suite,

$$T_{(\text{bouts})20°} = 1950^{\text{mm}},713 - 1^{\text{mm}},535 = 1949^{\text{mm}},178.$$

» *Toise à points.* — Dans l'étude de la toise à points, on s'est efforcé de se rapprocher autant que possible des conditions des anciennes expériences faites avec cet instrument. M. Benoît a fait construire, à cet effet, de petites pièces triangulaires en fer, portées par trois petites tiges d'acier. L'une de ces tiges était apointée comme une aiguille. Au-dessus d'elle et aussi près que possible de son axe, on avait tracé un trait sur la face supérieure de la pièce. Deux de ces pièces étant placées sur les extrémités de la toise, les pointes dans les *trous,* on mesurait la distance des traits de ces deux pièces par comparaison avec la règle E. On intervertissait ensuite les positions des deux pièces et l'on recommençait l'opération. En prenant la moyenne des deux longueurs ainsi obtenues, on éliminait la somme des distances qui, sur chacune des pièces de fer, existent entre le trait pointé et la projection de la pointe de l'aiguille. Ici encore, comme contrôle, M. Benoît a fait construire quatre pièces semblables, se prêtant à douze combinaisons différentes qui, prises deux à deux, donnent six valeurs indépendantes de la toise. Les douze séries de comparaison ont été répétées deux fois.

» On a trouvé comme moyenne générale des douze valeurs ramenées à la température de 20°,00

$$T_{(\text{points})} - E[51.2000] \text{ à } 20°,00 = -625^{\mu},5.$$

» On a, d'après les données indiquées plus haut :

$$E[51.2000]_{20°} = 1949^{\text{mm}},7118.$$

Par suite,

$$T_{(\text{points})20°} = 1949^{\text{mm}},7118 - 0^{\text{mm}},6255 = 1949^{\text{mm}},0863.$$

» *Conclusions.* — Ainsi on a trouvé

Toise à bouts à 20° =	$1949^{\text{mm}},178$
Toise à points à 20° =	$1949^{\text{mm}},086$
	$0^{\text{mm}},092$

» Donc 1° la toise *à points* est plus courte que la toise *à bouts* de 92^{μ}. C'est à peu près ce qu'avait déjà constaté M. Wolf.

» 2° La longueur de la toise à points à 13° R., c'est-à-dire à 16°, 25 C., est $1949^{mm},001$. Celle de la toise à bouts à la même température est $1949^{mm},093$. D'après la définition légale du mètre, la longueur de la toise est $1949^{mm},040$.

» L'erreur de la toise à points serait donc de 39^{μ} *en moins*.

» L'erreur de la toise à bouts serait de 53^{μ} *en plus*.

» La vraie valeur de la toise par définition tomberait donc entre la *toise à bouts* et la *toise à points* de la toise du Pérou.

» De ces déterminations faites par M. Benoît avec le soin et l'habileté que l'Académie a eu plusieurs fois l'occasion d'apprécier chez ce consciencieux observateur, je tire plusieurs conclusions importantes :

» 1° L'arc du Pérou, mesuré avec la toise à points, a été jusqu'ici comparé inexactement avec les autres arcs terrestres. Sa longueur est, en réalité, moindre qu'on ne l'avait cru; je reviendrai plus tard sur la conséquence à en déduire relativement à la forme de la Terre.

» 2° Le mètre international ne diffère de sa définition légale, $443^{l},296$ de la toise à bouts de l'Académie prise à 13° R., que d'une quantité, $\frac{1}{100}$ de ligne, qui est tout à fait de l'ordre des erreurs possibles dans les mesures de Borda et de ses successeurs. On sait que la limite de la précision que Borda s'était imposée dans toutes ses déterminations était $\frac{1}{116}$ de ligne.

» 3° L'accord remarquable que nous trouvons aujourd'hui entre les longueurs du mètre et de la toise du Pérou est une preuve du bon état de conservation de cette toise. Si cette règle de fer avait été faussée, puis redressée, comme on l'a prétendu à une certaine époque, nous ne retrouverions pas aujourd'hui, avec une exactitude vraiment surprenante, le rapport qui existait en l'an VII entre sa longueur et celle du mètre. Si ses faces terminales avaient été rouillées, puis nettoyées, la quantité dont la *toise à bouts* l'emporte sur la *toise à points* aurait diminué depuis l'époque où les astronomes de l'Académie trouvaient ces deux toises égales. Donc, en 1735, cette différence eût été plus grande qu'elle n'est aujourd'hui, $\frac{1}{25}$ de ligne, et elle n'aurait pas échappé à l'attention des observateurs, aux procédés de mesure desquels Lalande attribue précisément cette limite d'exactitude, $\frac{1}{25}$ de ligne (Lalande, *Astronomie*, Liv. XV, p. 10). Ainsi se trouve confirmée l'assertion que j'émettais dans mes *Recherches sur les étalons de l'Observatoire* : « Ma conviction est que nous possédons la toise du » Pérou dans l'état même, quant aux surfaces terminales, où elle est sortie

» des mains de Langlois en 1735. » (*Mémoires de l'observatoire de Paris*, t. XVII, p. C.30). »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les relations de l'azote atmosphérique avec la terre végétale;* par M. Th. Schlœsing.

« Une objection sérieuse peut être opposée aux résultats des expériences que j'ai décrites dans les *Comptes rendus* des 19 et 26 mars; la voici :

» La matière organique de la terre végétale, comme toute autre matière organique morte, est la proie des microbes. Parmi les microbes qui habitent les sols, les uns ne travaillent qu'en l'absence d'oxygène : ce sont des agents de réduction qui n'ont heureusement que de rares occasions d'exercer leur activité, les sols demeurant oxygénés dans les conditions normales de leur exploitation. Les autres sont aérobies; ils transportent l'oxygène sur la matière organique et la brûlent : ce sont des agents d'oxydation, toujours à l'œuvre, quand le froid ou la sécheresse ne les arrêtent pas. La fixation de l'azote gazeux, à supposer qu'elle ait vraiment lieu, peut être, comme la réduction, la combustion, la nitrification de la matière organique, une manifestation de la vie de quelque microbe. Or, dans mes expériences, les atmosphères confinées dans mes terres devaient contenir de la vapeur mercurielle : mes gaz ont été mesurés sur le mercure, et les cols de mes ballons sont restés, pendant quatorze mois, plongés dans ce métal. La vapeur de mercure n'est pas inoffensive pour tous les microbes. Elle n'est certainement pas mortelle pour les agents d'oxydation, pour le ferment nitrique en particulier, puisque mes terres ont consommé des quantités variées, mais assez considérables, d'oxygène et ont continué à nitrifier; mais elle agit sur d'autres organismes, notamment, d'après M. Gayon, sur le *Bacterium denitrificans*. Le microbe fixateur d'azote est peut-être mortellement atteint par elle. Si je l'ai tué dans mes expériences, n'étais-je pas condamné d'avance à n'obtenir que des résultats négatifs?

» Cette objection m'est venue à l'esprit aussitôt après l'installation de mes expériences : elle m'a forcé d'en instituer d'autres fondées sur la même méthode, mais exécutées de manière à proscrire absolument la vapeur mercurielle de mes ballons. La relation de cette deuxième série d'expériences fait l'objet de la présente Note.

» Voici d'abord le résumé des opérations :

» Après avoir introduit la terre dans un ballon, j'étire le col pour faciliter sa fermeture par un trait de chalumeau; je fais ensuite le vide avec la trompe à mercure. Je puis employer cet instrument, bien qu'il fonctionne avec le métal prohibé. En effet, la trompe n'est en relation avec le ballon que par un long tube capillaire en plomb, dans lequel s'établit un courant rapide de gaz que la vapeur mercurielle ne peut certainement pas remonter, et ce courant persiste jusqu'au moment précis où, le vide étant fait, le ballon est séparé du tube en plomb; seulement, vers la fin de l'opération, il est formé exclusivement par la vapeur d'eau qu'on développe par des chauffages légers, mais réitérés du ballon, chauffages nécessaires pour chasser les dernières traces de gaz.

» Il m'est interdit d'employer le volumètre à mercure pour mesurer l'air que le ballon doit recevoir. Je le remplace par un de ces ballons qui portent, à l'opposé du col, une longue tubulure étirée en pointe. Ce ballon, que je désignerai par la lettre A, est suspendu, la tubulure en haut, le col en bas; le col porte un robinet. A côté de A est un autre ballon B, semblable mais un peu plus grand, semblablement placé et suspendu à un ruban passant sur une poulie fixe, de manière qu'on puisse le maintenir à telle hauteur qu'on voudra, soit plus haut, soit plus bas que A. Les deux ballons sont réunis, en dessous, par leurs cols, à l'aide d'un tuyau de caoutchouc qui se recourbe en forme d'U. Ils demeurent toujours plongés dans un grand bain d'eau ; mais leurs pointes émergent. Ils sont lestés par des rondelles de plomb. A et B étant vides, je remplis B d'eau pure, à travers laquelle de l'air a longtemps barboté; l'oxygène et l'azote dissous dans cette eau sont en équilibre de tension avec l'oxygène et l'azote de l'air; l'eau ne pourra donc pas, pendant son emploi, modifier la composition de l'air qui sera en contact avec elle. En élevant B, je fais passer l'eau en A; je mets alors la tubulure de A en rapport avec l'air du dehors, et, abaissant B, je remplis A de cet air; l'eau retourne en B. Ayant fermé le robinet de A, je sépare ce ballon de son associé et je le pèse. Je le remets ensuite en place, je le relie de nouveau à B et j'attends une demi-heure, pendant laquelle l'eau du bain est fréquemment agitée. Ce temps écoulé, je puis être certain que l'air contenu en A a pris la température du bain : je note cette température, ainsi que la pression barométrique, et aussitôt je mets la tubulure de A en relation avec mon ballon à terre. Le robinet étant ouvert, une portion de l'eau de B passe en A pour remplacer l'air introduit dans ma terre. J'élève B de manière que le niveau

de l'eau y soit le même qu'en A : je sais dès lors que l'air introduit dans la terre, comme celui qui reste en A, est à la pression barométrique observée. Alors, je ferme le robinet de A, je ferme également l'accès de l'air dans ma terre, puis je pèse de nouveau le ballon A. L'augmentation de son poids me donne le volume d'air à 0° et 760^{mm} introduit dans ma terre, d'après la formule

$$V_0 = \frac{P(H_0 - f)}{D_t 760(1 + \alpha t) - H_0 d_0 + f(d_0 - \delta_0)},$$

dans laquelle

P est l'augmentation de poids du ballon;
H_0, f, t ont leur signification ordinaire;
D_t est la densité de l'eau à t^o;
d_0 et δ_0 sont les densités de l'air et de la vapeur d'eau, à 0° et à 760^{mm}, prises par rapport à l'eau.

» Après l'introduction de l'air, le ballon à terre est scellé à la lampe; il reste un peu d'air enfermé dans le bout de tube qui se trouve séparé du col après le scellement. Je mesure cet air dans une très petite cloche graduée, et je le soustrais de V_0.

» Pour l'extraction finale des gaz, j'ai recours à mon volumètre à mercure, dont l'usage n'a plus d'inconvénient : je ne saurais d'ailleurs recueillir les gaz sur l'eau sans altérer leur composition.

» Les ballons à terre, dans ces nouvelles expériences, devaient rester scellés pendant plusieurs mois; aussi ai-je dû n'employer que des terres pauvres en matière organique, afin que l'atmosphère confinée y demeurât jusqu'à la fin oxygénée. Mes terres de Grenelle et de Montretout et le kaolin convenaient fort bien sous ce rapport. Avec chacune de ces terres j'ai institué deux expériences, en tout six, sur lesquelles quatre seulement ont été menées à bonne fin. Les deux expériences avec kaolin ont été perdues : l'une m'a donné un excédent d'azote considérable, 34^{cc}; ce gaz s'est introduit dans le ballon, au moment de l'extraction finale, par une fêlure jusque-là inaperçue; l'autre a été perdue par ma maladresse.

» Voici le compte rendu des expériences faites avec les terres de Grenelle et de Montretout :

Poids et humidité des terres.

	Grenelle.		Montretout.	
	I.	II.	I.	II.
	kg	kg	kg	kg
Poids................	1,878	1,813	1,717	1,750
Humidité pour 100...	13,4	11,8	11	10,9

Air introduit.

	Grenelle.		Montretout.	
	I.	II.	I.	II.
P	812gr,85	745gr,155	880gr,985	800gr,980
H_0	744mm,38	739mm,4	745mm,37	757mm,26
t	18°,37	19°,48	18°,4	17°,71
V_0	732cc,16	663cc,07	794cc,50	736cc,5
Air contenu dans le bout de tube	—0,58	—1,05	—1,15	—1,04
Air introduit	731cc,58	662cc,02	793cc,35	735cc,46
contenant { azote	578,24	523,26	627,06	581,31
contenant { oxygène	153,34	138,76	166,29	154,15

Durée des expériences.

Du 13 mai 1886 au 31 mars 1887	Du 13 mai au 30 mars	Du 14 mai au 1er avril	Du 15 mai au 2 avril

Températures.

Les mêmes que dans les expériences de la première série.

Gaz extraits à la fin des expériences

(recueillis et mesurés dans le volumètre de 1178cc).

	Grenelle.		Montretout.	
	I.	II.	I.	II.
H_0	762mm,74	763mm,77	745mm,87	756mm,07
p_0	—272mm,32	—313mm,19	—198mm,64	—251mm,88
t	14°,45	14°,9	14°	13°,77
$V_0 = \frac{H_0 - p_0 - f}{760(1+\alpha t)}$	704,81	643cc,73	789cc,3	726cc,68
Gaz recueilli en petit tube	+0,1	+0,14	+0,04	0
Gaz total	704,91	643,87	789,34	726,68

Analyse eudiométrique de ces gaz [1].

	Grenelle.		Montretout.	
	I.	II.	I.	II.
	cc	cc	cc	cc
Azote..............	82,14	81,13	79,33	79,88
Oxygène...........	17,86	17,79	20,35	20,07
Acide carbonique....	0 [2]	1,08	0,32	0,05
	100,00	100,00	100,00	100,00

Azote, oxygène, acide carbonique dans les gaz extraits.

	cc	cc	cc	cc
Azote à 0° et 760^{mm}..	579,01	522,37	626,18	580,47
Oxygène à 0° et 760^{mm}.	125,90	114,54	160,63	145,85
Ac. carb. à 0° et 760^{mm}.	0	6,96	2,53	0,36
	704,91	643,87	789,34	726,68

Compte de l'azote.

	cc	cc	cc	cc
Initial..............	578,24	523,26	627,06	581,31
Final...............	579,01	522,37	626,18	580,47
	+0,77	−0,89	−0,88	−0,84

Compte de l'oxygène.

	cc	cc	cc	cc
Initial..............	153,34	138,76	166,29	154,15
Final...............	125,90	114,54	160,63	145,85
	−27,44	−24,22	−5,66	−8,30

» Il y a deux corrections, très petites, que j'ai négligées dans le calcul de l'air initial : l'une concernant les $\frac{3}{10000}$ d'acide carbonique existant dans l'air; l'autre, la perte de poids dans l'air des poids marqués employés à équilibrer le ballon A. Ces deux corrections valent ensemble $\frac{5}{10000}$. Quand

[1] Je juge inutile de charger les *Comptes rendus* de tous les nombres fournis par les analyses eudiométriques. Ces analyses ont été faites dans le même appareil et par les mêmes mains que celles de la première série : elles présentent les mêmes garanties d'exactitude.

[2] Dans les ballons I (Grenelle) et II (Montretout), j'avais mis, comme dans les ballons de la première série, de la chaux éteinte mêlée à du sable, pour absorber CO^2, ce qui explique l'absence ou la petite proportion de ce gaz dans le mélange extrait.

on les applique aux volumes d'air initial, les différences entre les volumes de l'azote initial et de l'azote final deviennent

$$+1^{cc},06 \qquad -0^{cc},63 \qquad -0^{cc},57 \qquad -0^{cc},55$$

» En résumé, les résultats fournis par la deuxième série de mes expériences sont pareils à ceux de la première série. Que la vapeur de mercure ait été présente ou rigoureusement éliminée, les quantités d'azote gazeux qu'on pourrait supposer fixées au cours des expériences ont été trop minimes pour être mesurables par les procédés les plus délicats dont puisse disposer actuellement l'analyse chimique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fabrication du fumier de ferme;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« J'ai eu l'honneur, il y a déjà quelques années, d'entretenir l'Académie des fermentations énergiques qui se déclarent dans les litières imprégnées des déjections solides et liquides des animaux, pendant que, amoncelées dans les cours de ferme, elles s'y transforment en fumier ([1]). Je voudrais aujourd'hui préciser les réactions qui prennent naissance dans cette masse de matières organiques et tirer de mes études quelques indications utiles aux praticiens. Si l'on se rappelle que le fumier de ferme est, dans bien des exploitations, le seul engrais employé, on comprendra combien il importe que sa fabrication soit judicieusement conduite.

» Quand on soumet à des lavages multipliés sur des tamis, puis sur des linges, du fumier fait, on en sépare aisément : 1° des pailles à peine altérées; 2° des débris végétaux très fins qui paraissent avoir échappé à la digestion des animaux; 3° enfin, une matière noire dissoute dans les carbonates alcalins qui imprègnent le fumier, mais qui se précipite aussitôt qu'on rend les liqueurs neutres ou acides.

» Cette matière noire découle du tas de fumier terminé, elle se fige en stalactites sur les parois, l'excès colore le purin, c'est elle qui caractérise le fumier. Quand on évapore à sec les liqueurs alcalines qui la renferment, on obtient une substance noire, brillante, ayant l'aspect de la houille ; cette matière est très chargée de cendres, elles s'élèvent jusqu'à près de 40 pour 100; l'analyse y décèle de 3 à 3,5 pour 100 d'azote ; l'addition

---

([1]) *Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 377, et t. XCIX, p. 45; *Annales agronomiques,* t. X, p. 385.

d'un acide y détermine une vive effervescence et l'apparition d'un précipité brun, colloïdal, renfermant environ $\frac{5}{100}$ d'azote. C'est ce précipité qui avait été désigné par P. Thenard sous le nom provisoire d'*acide fumique* [1].

» Le purin, aussi bien que les liquides qui imprègnent le fumier et qui forment les trois quarts de son poids, présentent une puissante réaction alcaline, due aux carbonates de potasse et d'ammoniaque, et quand on a voulu connaître l'origine de l'acide fumique, on a été naturellement conduit à chercher comment les carbonates alcalins agissent sur la paille employée à la confection des litières.

» En attaquant la paille à chaud par une dissolution étendue de carbonate de potasse, on obtient une liqueur très colorée; saturée par un acide, elle se décolore partiellement et donne un précipité brun gélatineux, tout à fait analogue à celui qu'a fourni la matière noire du fumier, mais moins riche en azote. La proportion de cet élément est assez variable d'une préparation à une autre pour faire supposer que l'analyse porte sur un mélange des albuminoïdes de la paille avec une matière non azotée. Si, en effet, on traite la paille à froid par de l'acide chlorhydrique, avant de l'attaquer par les carbonates alcalins, le précipité qu'on obtient par neutralisation de la liqueur alcaline ne renferme plus que 0,5 pour 100 d'azote, mais conserve cependant l'aspect de la matière obtenue dans le traitement direct de la paille par les alcalis.

» L'analyse élémentaire des pailles y décèle une quantité de carbone supérieure à celle que renferme la cellulose et, comme celle-ci forme près de 40 pour 100 du poids total, il est nécessaire qu'elle soit associée à un principe immédiat très chargé de carbone. Ce principe me paraît appartenir au groupe des vasculoses dont M. Fremy a signalé depuis longtemps la présence dans le bois; le précipité obtenu par l'action successive des alcalis et de l'acide chlorhydrique sur la paille présente une composition élémentaire très analogue à celle des dérivés de la vasculose; comme eux, il fournit seulement, par oxydation avec l'acide azotique, de l'acide oxalique. Les analogies sont donc nombreuses; mais, tandis que la vasculose du bois ne se dissout que dans les alcalis caustiques agissant sous pression, la vasculose de la paille se dissout dans les carbonates alcalins et je pense qu'on peut la désigner sous le nom de *vasculose attaquable*.

» On a vu qu'il suffit de laisser la paille pendant quelques instants au contact d'une dissolution alcaline pour lui enlever de la vasculose, et il est

(1) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 980; 1857.

évident que durant leur séjour prolongé sur la plate-forme, les pailles imprégnées de matières alcalines et soumises à l'influence d'une température qui s'élève au delà de 60° abandonnent également cette vasculose et que, par suite, ses dérivés constituent une partie de la matière noire du fumier soluble dans les alcalis.

» Il en faudrait donc conclure que l'acide fumique n'est pas une espèce chimique définie, mais un mélange d'un dérivé de la vasculose avec une matière azotée. C'est ce dont on arrive à se convaincre, en soumettant la matière noire du fumier à l'action de dissolutions alcalines assez étendues pour ne la dissoudre que partiellement; on réussit à enlever à l'état soluble une matière très chargée d'azote et à laisser à l'état insoluble une substance qui en contient de moins en moins, à mesure qne les traitements ont été plus multipliés. Ce résidu présente, au reste, une composition élémentaire analogue à celle de la vasculose de la paille; traité par l'acide azotique, il fournit encore exclusivement de l'acide oxalique.

» Il reste maintenant à préciser l'origine de la matière azotée qui existe dans la matière noire du fumier. Cette origine est multiple : la matière azotée du fumier renferme d'abord les albuminoïdes de la paille; en effet, on trouve toujours dans les précipités provenant de la paille normale une quantité d'azote notable qui peut dépasser $\frac{3}{100}$. Les excréments solides des animaux abandonnent également une partie de leur matière azotée aux dissolutions alcalines et par suite contribuent à enrichir la matière noire du fumier. Enfin l'ammoniaque provenant de la métamorphose de l'urée se transforme partiellement elle-même en matière organique.

» P. Thenard s'est beaucoup occupé de cette transformation de l'ammoniaque en matière organique azotée, et il a réussi, notamment, à combiner l'ammoniaque à la glycose. Quelque intérêt que présente, au point de vue de la Chimie générale, cette mémorable expérience, elle me paraît n'avoir que des attaches très lointaines avec la fabrication du fumier. Si, en effet, il existe dans la paille de petites quantités d'amidon, la glycose ne s'y trouve qu'en très minimes proportions; je crois, de plus, que ces hydrates de carbone doivent disparaître par combustion, pendant la fermentation aérobie qui se produit à la partie supérieure du tas de fumier; en tous cas, ils n'existent plus dans la paille, quand elle subit, à la partie inférieure, la fermentation anaérobie : en effet, toutes les fois qu'on met en fermentation dans des flacons du sucre ou de l'amidon avec les ferments du fumier, on obtient de l'hydrogène. Or M. Reiset a reconnu, il y a plus de trente ans, que le seul gaz combustible provenant du fumier est du for-

mène ou hydrogène protocarboné. C'est également ce que j'ai trouvé; jamais je n'ai trouvé d'hydrogène libre dans les gaz extraits du fumier en place; or j'en aurais trouvé si les matières fermentescibles avaient renfermé des sucres ou de l'amidon.

» J'ai essayé, au reste, à bien des reprises différentes, d'unir l'ammoniaque à la paille et je n'ai jamais réussi que misérablement; la quantité d'ammoniaque qui pénètre en combinaison est sinon nulle, au moins très faible. Il n'en est plus ainsi quand on met en jeu les fermentations. Qu'elles aient lieu au contact de l'air, ou au contraire à l'abri de l'oxygène, on constate toujours qu'une partie notable de l'ammoniaque introduite au début est transformée en matière organique. Il est bon de remarquer que, bien que, dans les conditions où j'ai opéré, j'aie pu éviter absolument les pertes d'ammoniaque, jamais je n'ai pu retrouver, à la fin d'une opération, la quantité d'azote combiné introduite au début; on constate toujours une perte considérable (1), qui m'a paru être plus forte quand on opère au contact de l'air. Cet azote se dégage à l'état libre, ainsi que l'a constaté depuis longtemps M. Reiset.

» En résumé, on voit que la matière noire du fumier est produite : 1° par la dissolution, à l'aide des carbonates alcalins, de la vasculose et des albuminoïdes de la paille et des matières azotées contenues dans les déjections solides des animaux; 2° par la transformation de l'ammoniaque en matière organique, transformation due à l'activité vitale des ferments.

» Dans les exploitations rurales, où le fumier fait est particulièrement efficace, il convient de favoriser la production de la matière noire, et il importe de voir comment on peut y réussir.

» Les dissolutions dont il vient d'être question, la fermentation formémique exigent, les unes et les autres, un milieu alcalin. Il est donc manifeste, d'abord, qu'il faut absolument proscrire l'emploi de toutes les matières capables de décomposer les carbonates alcalins; que rien ne serait plus funeste que l'addition au fumier d'acides ou de sulfates, conseillée bien souvent pour diminuer les pertes d'ammoniaque. Ces pertes peuvent être évitées par de simples arrosages au purin; quand bien même elles seraient encore notables, il faut s'y résigner, puisque, je ne saurais trop le répéter, le fumier ne se fait que dans un milieu alcalin et que, par suite, détruire

---

(1) Ces pertes ont été signalées, il y a déjà plusieurs années, par M. Joulie (*Annales agronomiques*, t. X, p. 289. Voir aussi *Annales agronomiques*, t. XIV, p. 97, le Mémoire que je résume dans la présente Note).

l'alcalinité des liquides, c'est renoncer par cela même à l'opération entreprise.

» En outre, la transformation de l'ammoniaque en matière organique azotée étant due à l'action vitale des ferments, il convient, pour favoriser cette transformation, de donner à la fermentation une certaine activité. Or, le ferment forménique qui entre en jeu dans le fumier est essentiellement aérobie, la température n'est élevée qu'à la partie supérieure du tas ([1]), où l'air peut pénétrer; dans les parties basses, où l'air n'arrive plus, où la fermentation anaérobie transforme la cellulose en volumes égaux d'acide carbonique et de formène, la température est beaucoup moins élevée, on trouve plus de spores que de ferments actifs; il faut donc favoriser, dans une certaine mesure, l'accès de l'air. Je crois que remuer le fumier à la fourche est dangereux : la température s'élève beaucoup et l'on volatilise du carbonate d'ammoniaque; il me paraît que des arrosages à l'aide du purin, plus ou moins fréquents, sont suffisants : ils dissolvent à la fois les sels ammoniacaux et l'acide carbonique qui forme une part importante de l'atmosphère confinée dans le fumier; l'air, appelé par la diminution de pression, pénètre dans la masse, le fumier *chauffe*, suivant l'expression des garçons de cour, ce qui montre que la fermentation a repris une nouvelle activité.

» Pour savoir s'il convient de pousser plus ou moins loin ces fermentations, il faut suivre le fumier dans le sol et préciser les actions très complexes qu'il y exerce. Cette étude est entreprise; aussitôt qu'elle aura conduit à des résultats que je supposerai susceptibles d'intéresser l'Académie, je me ferai un devoir de les lui présenter. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le blizzard des* 11 *et* 12 *mars dernier aux États-Unis.* Note de M. **H. Faye.**

« Dans un Article remarquable du 28 mars, le journal *le Temps* donne les plus curieux, mais aussi les plus lamentables détails sur ce phénomène qui vient de désoler les grandes villes des États-Unis du côté de l'Atlantique, Washington, Baltimore, Philadelphie, New-York, Boston, peu habituées jusqu'ici à subir de pareils fléaux. Ce nom même de *blizzard*, pour

---

([1]) U. Gayon (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 528) est arrivé, par un procédé de recherches différent de celui que j'ai employé, aux mêmes conclusions.

désigner un ouragan de neige, est si peu répandu que je ne l'ai pas encore rencontré dans les *Reports of the Signal Service* de l'armée fédérale. Il ne m'était connu que par les écrits du professeur G. Hinrichs, Directeur du Service météorologique de l'État de Iowa, un des États situés au nord de la vallée du Missisipi où, paraît-il, ce phénomène n'est pas rare :

» En hiver, dit ce savant Directeur (¹), le fort gradient thermique de cette immense vallée est la vraie cause des changements de temps qui surviennent soudainement chez nous. Dans ce contraste thermique entre le nord et le sud se trouve l'origine de nos blizzards et de nos ondes de froid (*cold-waves*). Cette grande différence de température nous explique comment nous pouvons avoir en hiver un orage avec tonnerre suivi, peu d'heures après, d'un blizzard.

» Ainsi le blizzard est un ouragan de neige local accompagné d'une baisse extrêmement brusque de température; mais il est, avant tout, subordonné à un mouvement cyclonique général passant sur une contrée à climat excessif. A ce titre, nous retrouvons ailleurs, en Russie par exemple, de vrais blizzards sous le nom de *bora* ou de *buran*. Quand on rapproche ces phénomènes de ceux que les mouvements cycloniques produisent dans les pays tempérés sous forme d'averses ou de grêle, dans les pays chauds et secs, sous forme d'ouragans de sable (en Afrique), ou de poussière (aux Indes et au Mexique), on conçoit qu'à la rigueur le même cyclone peut souffler ici le froid, ailleurs le chaud, amener des torrents de neige ou soulever des torrents de sable, suivant les climats qu'il franchit à grande vitesse. Ce ne sont là que des variétés d'une même action, toujours et partout la même, à savoir les girations descendantes engendrées dans les courants des hautes régions de l'atmosphère, et ces courants où la tempête débute et où elle s'alimente sont entièrement indépendants des couches inférieures au-dessus desquelles ils se meuvent suivant d'immenses trajectoires, par-dessus les continents et les mers, sans égard aux circonstances locales, aux gradients thermiques, à la distribution des points de rosée, à la constitution du sol ou au souffle des vents locaux.

» Seuls, les phénomènes accessoires, les détails dont nous sommes frappés et auxquels nous donnons les noms d'*orages*, d'*averses*, de *grêle*, de *blizzards*, de *bora*, de *fœhn*, de *sirocco*, de *khamsin*, etc., dépendent de l'état de sécheresse ou d'humidité des couches basses combiné avec la

(¹) *The climate of southern Russia and Iowa compared. A climatological study on the transplantation of Russian fruit to Iowa and the upper Missisipi valley*; by Dr G. Hinrichs, Director Iowa Weather Service.

richesse ou la rareté des cirrus charriés par les courants supérieurs. Le même mécanisme produira en été, en certains climats humides, des tempêtes de pluie ou de grêle, avec foudre et tonnerre; en hiver, dans les climats excessifs, un ouragan de neige avec une chute effroyable et soudaine de température, un blizzard ou un buran.

» Aux États-Unis, les circonstances locales qui déterminent le caractère des tempêtes humides sont merveilleusement réunies et toutes prêtes à jouer leur rôle physique lorsque le mécanisme des tourbillons descendants vient à les mettre en jeu.

» Au sud, en effet, règnent les vastes mers tropicales à peine interrompues par des îles ou des langues de terre étroites. La vapeur d'eau qui monte de ces mers chaudes va charger de cirrus les courants supérieurs, tandis que les vents inférieurs amènent une partie de cette humidité dans l'immense vallée du Mississipi, entièrement ouverte au sud à l'action de ces vents, et en font, d'un bout à l'autre, la région la mieux arrosée du globe. Aussi est-ce aux États-Unis que les phénomènes de précipitation aqueuse ou glacée, sous l'influence des cyclones, acquièrent l'intensité formidable dont le passage suivant du journal *le Temps* va nous donner une idée :

» Le blizzard américain a tous les caractères d'une tempête atmosphérique; il arrive avec une rapidité incroyable. Ainsi, le 9 et le 10 mars, à Philadelphie, le ciel était clair, l'air tiède, et l'on croyait le printemps arrivé. Le 11 mars, le vent du sud-ouest se mit à souffler, il amena une pluie chaude; le thermomètre était à 16°C. Le soir, la pluie devint un vrai déluge. Le *Signal Service* avait annoncé un vent de sud-ouest amenant de la pluie, mais rien de plus.

» Le changement subit de température se produisit le 11 mars, à Washington, à 5^h du soir; à Philadelphie à 11^h; à New-York il ne fut ressenti que le 12 à 4^h du matin. A Philadelphie, les effets en furent extraordinaires. La pluie qui tombait à torrents se changea, dans l'espace de dix minutes, en grésil, puis en un mélange de neige et de grêle. Le vent, qui avait passé du sud-est au nord-ouest, commença à souffler en tempête, après minuit.... La tempête abattit à Philadelphie des milliers d'arbres. Le froid devint bientôt intense; le thermomètre tomba bien au-dessous de zéro (— 18°); la neige, poussée par un vent furieux, s'accumulait en grosses vagues que la gelée rendait bientôt solides. Quand le jour se leva, toute vie était paralysée.

» Toutes les communications, même télégraphiques, étaient coupées en effet. Dans la baie de Chesapeake, trente vaisseaux firent naufrage; dans celle de la Delaware, vingt-deux navires se perdirent et soixante bateaux furent jetés à la côte. Sur un navire échoué sur la côte du Maryland tout l'équipage a été trouvé gelé. Pendant la journée du 13, le vent diminua graduellement et la tempête épuisa sa rage.

» Les mêmes phénomènes se produisirent successivement de Washington à Philadelphie, à Baltimore, à New-York, à Boston, suivant exactement la même trajectoire que la tempête qui suggéra à Franklin, au siècle dernier, sa fameuse théorie des tempêtes d'aspiration (¹).

» Mais je n'ai pas encore présenté le phénomène dans son entier. Un mouvement cyclonique principal, dont ce qui précède paraît n'être qu'un épiphénomène, parcourait alors, précisément dans la même direction du nord-est, la région centrale de la grande vallée, passait au nord du lac Erié, s'engageait dans le bassin du Saint-Laurent et a sévi en particulier à Montréal.

» Nous savons aujourd'hui, grâce aux études approfondies du *Signal Service*, que, sur le demi-cercle dangereux d'un cyclone, à une notable distance du centre, s'établissent fréquemment des tourbillons accessoires donnant lieu, par exemple, à des tornados isolés ou accouplés, marchant par files *parallèlement* à la trajectoire centrale du cyclone.

» Il me paraît probable que le blizzard qui s'est propagé de Washington à New-York et à Boston, en marchant à distance constante de la trajectoire du cyclone principal, justement là où les phénomènes mécaniques sont le plus accusés, c'est-à-dire dans l'octant le plus dangereux, n'a fait que reproduire, avec une intensité exceptionnelle et une particularité toute nouvelle en ces régions, les phénomènes décrits dans ma brochure au sujet des girations latérales des tempêtes. Si, en effet, vous reportez sur le lac Érié la trajectoire du 19 février 1884 (²) en l'inclinant un peu plus vers le nord, vous verrez que les tornados qui ont couru parallèlement à ce cyclone viendront se placer sur le blizzard des côtes de l'Atlantique des 11 et 12 mars dernier.

» Les météorologistes du *Signal Service* auront bientôt réuni les détails de ces effrayants phénomènes. En partant de ceux qui nous sont parvenus, je me hasarderai à faire la remarque suivante sur les signaux du temps qui ont été envoyés aux villes de la côte en cette occasion. Le *Signal Service* paraît avoir constaté la dépression susdite, venant des États du centre et se dirigeant au nord-ouest vers le lac Érié. Il était donc naturel d'annoncer, comme cela a été fait, au littoral de l'Atlantique un vent de sud-ouest avec pluie. Mais n'y avait-il pas lieu d'avertir aussi ces mêmes régions que des tornados pourraient s'y produire, à telles dates, courant

---

(¹) Voir ma brochure *Sur les tempêtes*, p. 4 à 7; Gauthier-Villars, 1887.

(²) *Sur les tempêtes*, p. 42 et suiv.

parallèlement à la trajectoire du cyclone, par exemple de Washington à New-York ([1])? Personne assurément ne pouvait prévoir, d'après l'état du temps, que sous l'influence d'une descente inusitée de cirrus ces tornados possibles seraient remplacés par un blizzard formidable; mais il est permis de penser que l'avertissement susdit aurait suffi pour faire éviter ou pour atténuer les désastres maritimes de ces deux terribles journées. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur les surfaces minima et le théorème de Joachimsthal;* par M. A. Cayley.

« I. La seule surface minima réglée est l'hélicoïde à plan directeur : ce beau théorème de M. Catalan se démontre par des considérations géométriques très simples.

» Soit un système de droites ..., P, Q, R, ..., tel que, pour trois droites successives P, Q, R quelconques, tout plan Π' perpendiculaire à Q rencontre les trois droites en des points p', q', r' situés sur une droite. En particulier, si qr est la distance la plus petite des droites Q et R, le plan perpendiculaire Π, qui passe par le point q, passera par le point r et rencontrera la droite P en un point p tel que les points p, q, r seront sur une même droite A, perpendiculaire à chacune des droites P, Q, R; c'est-à-dire chacune de ces droites rencontre perpendiculairement une seule et même droite A. Cela étant, pour que les points de rencontre p', q', r' avec un autre plan Π' soient sur la même droite, il faut encore une condition; et, en supposant (ce que l'on peut faire sans perte de généralité) que les distances pq, qr soient égales, cette condition sera : que l'incli-

([1]) Voir encore à ce sujet ma brochure *Sur les tempêtes*, page 67 et suivantes. Puisque j'ai cité plusieurs fois cette brochure, je dirai que la question de la déviation des flèches du vent par rapport aux isobares, dans les tempêtes, y a été traitée trop succinctement. Des discussions ultérieures m'ont engagé à étudier plus amplement cette question dans le Tome CV des *Comptes rendus*, pages 1050, 1102 et 1213. J'y ai rappelé que cette déviation est considérablement plus faible sur les côtes que sur les continents. Une Note publiée dans le *Journal de la Société météorologique d'Écosse* (third series, n° IV) m'apprend que le même affaiblissement s'observe aussi au sommet du Ben-Névis. C'est une raison de plus de croire que cette déviation ne tient pas à ce que l'air inférieur tend à se mouvoir vers le centre du cyclone, mais à un simple phénomène de frottement sur le sol solide qui ne peut être que notablement atténué par la présence de la mer sur les côtes, ou par une altitude de 1343^m sur le Ben-Névis.

naison des plans (PA, QA) est égale à l'inclinaison des plans (QA, RA).

» En considérant de même les droites Q, R, S, on démontre d'abord que la droite S rencontre perpendiculairement la droite A; puis, en supposant que les distances *qr*, *rs* soient égales, on obtient la condition que l'inclinaison des plans (QA, RA) est égale à celle des plans (RA, SA), et ainsi de suite : savoir, on obtient une série de droites ..., P, Q, R, ..., qui rencontrent perpendiculairement la droite A et sont telles qu'en supposant que les distances ..., *pq*, *qr*, *rs*, ... soient égales, les inclinaisons ..., (PA, QA), (QA, RA), (RA, SA), ... sont égales : c'est-à-dire que, en considérant des droites ..., P, Q, R, S, ... consécutives, on a les génératrices d'une hélicoïde à plan directeur ; et l'on voit ainsi que cette surface est la seule surface réglée, qui est telle que tout plan perpendiculaire à une génératrice quelconque rencontre la surface selon une courbe qui a, au point de rencontre avec la génératrice, une inflexion (ou, ce qui est la même chose, un rayon infini de courbure). Mais, comme l'avait remarqué M. Catalan, c'est là la condition pour que les deux rayons principaux de courbure soient égaux et opposés, ou enfin pour que la surface soit une surface minima.

» II. Le théorème de Joachimsthal et aussi le théorème plus général de Bonnet et Serret, par rapport aux lignes de courbure planes ou sphériques, se déduisent immédiatement de ce théorème élémentaire de Géométrie : En considérant, dans des plans différents, deux triangles isoscèles PP'O et PP'N avec une base commune PP' (OP = OP' et NP = NP'), les angles OPN et OP'N seront égaux. En effet, si, pour une surface quelconque, PP' est l'élément d'une courbe de courbure sphérique, les normales à la surface aux points P et P' se rencontrent dans un point N, et les rayons de la sphère aux mêmes points se rencontrent dans un point O; on a ainsi les deux triangles isoscèles PP'O et PP'N, et de là les angles égaux OPN et OP'N, c'est-à-dire que, pour deux points consécutifs P et P' de la ligne de courbure sphérique, l'inclinaison de la normale de la surface au rayon de la sphère a la même valeur, et cette inclinaison a ainsi la même valeur pour tous les points de la ligne de courbure. En prenant le point O à l'infini, on obtient le théorème pour une ligne de courbure plane, ou, si l'on veut, le théorème pour ce cas se déduit directement de celui-ci : Une droite quelconque PO. perpendiculaire à la base PP' d'un triangle isoscèle PP'N, est également inclinée sur les deux droites PN et P'N. »

M. **Albert Gaudry**, en présentant à l'Académie, au nom de M. *Marcellin Boule* et au sien, un travail sur l'*Elasmotherium*, s'exprime comme il suit :

« Cet étrange et gigantesque Pachyderme de l'époque quaternaire était encore incomplètement connu. Des échantillons donnés au Muséum par des savants russes, M. de Möller et M. Paul Ossoskoff, nous permettent d'ajouter quelque chose à son étude. Notre Mémoire est accompagné de plusieurs planches.

» Malgré sa singularité, l'*Elasmotherium* nous paraît avoir été voisin des Rhinocéros. Mais, tandis que les premiers Rhinocéros ont vécu dans des temps chauds, l'*Elasmotherium* a vécu à la fin de l'époque glaciaire. Rencontrant des conditions d'existence très différentes, il a dû subir de profondes modifications qui, au premier abord, le rendent méconnaissable. Nous avons réuni dans une même planche des schémas destinés à montrer que ces changements n'ont pas été un fait isolé; ils se sont produits en même temps chez les Éléphants et les Ruminants, au fur et à mesure qu'à la belle végétation des climats chauds ont succédé les plantes herbacées du climat glaciaire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Delauney** prie l'Académie de vouloir bien renvoyer à l'examen d'une Commission l'ensemble des Notes astronomiques qu'il lui a adressées récemment.

(Commissaires : MM. Faye, Daubrée, Tisserand.)

M. G. **Armelin** adresse un Mémoire sur la réforme du calendrier.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. **Vinot** fait remarquer qu'il avait signalé, dès 1872, la suppression des années bissextiles pendant treize périodes consécutives, comme un moyen simple d'amener le calendrier des Orientaux en accord avec le nôtre.

(Renvoi à la Commission.)

M. G. **Leveau** adresse une Note résumée des titres qu'il croit pouvoir faire valoir pour le prix Jérôme Ponti.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *J.-E. Planchon*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé subitement à Montpellier le 1er avril 1888.

La **Société de Prévoyance des médecins de la Corrèze** informe l'Académie qu'elle a ouvert une souscription pour élever un monument au baron *Alexis Boyer*, à Uzerche (Corrèze), sa ville natale.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie une Lettre, appartenant à M. L. Lalanne, datée du 11 avril 1813 et adressée à M. Duchêne de Saint-Clair, à Vire. Maire a vu mourir Lagrange et annonce la triste nouvelle à son ami :

« Mon cher Saint-Clair, on m'apporte votre Lettre dans un moment d'affliction la plus vive que j'aie éprouvée de ma vie. Nous sommes tous dans la désolation. M. de Lagrange, cette connaissance que je vous dois, cet homme qui avait tant de bonté pour moi et que je révérais comme un père, vient de mourir dans les bras de ma femme, après douze jours d'une maladie qui n'annonçait pas le moindre danger ; il s'est éteint, il n'a pas souffert ; ah ! si vous l'eussiez vu dans ces derniers moments, quelle bonté ! quelle force d'âme ! quelle philosophie ! toujours cette tête pensante qui ne sera pas remplacée. Son épouse a pensé mourir de douleur. M. Parfous et moi, sommes chargés des tristes fonctions de consoler la femme et de faire rendre à l'époux les derniers devoirs. Il est mort hier à 9^h du matin. On l'a embaumé aujourd'hui, mardi on le conduira au Panthéon. Potel a été son médecin, il a montré une sagacité étonnante et un cœur comme il y en a peu. La maison est fermée, nous essuyons des larmes et nous en versons. Les bontés sont de doux poisons ; il ne faut point aimer, en amitié comme en amour c'est une source de tourment.

» Maire. »

ASTRONOMIE. — *Sur une disposition qui permettrait l'emploi de puissants objectifs dans les observations méridiennes*. Note de M. **G. Bigourdan**, communiquée par M. Mouchez.

« Les instruments méridiens, tels qu'on les construit aujourd'hui, ne peuvent pas recevoir des objectifs bien puissants. Les cercles méridiens de Paris et de Greenwich, les plus grands qui existent, ont des objectifs de

$0^{m},24$ d'ouverture, ce qui ne leur permet pas d'observer des astres plus faibles que ceux de 12e grandeur; encore ces derniers s'observent-ils avec difficulté.

» Au cercle méridien de Paris, consacré spécialement à l'observation des petites planètes, beaucoup de ces astéroïdes ne peuvent être aperçus à cause de leur faiblesse; on est obligé de les observer aux équatoriaux, ce qui entraîne une grande perte de temps et un accroissement de travail en même temps qu'une diminution de précision; car, pendant le temps qu'exige une observation équatoriale, on effectuerait au moins cinq observations méridiennes. Il serait donc avantageux d'avoir des instruments méridiens dont la puissance fût comparable à celle des équatoriaux actuels : c'est ce que permet la disposition suivante :

» Supposons qu'on veuille observer des astres passant au méridien entre le zénith et l'horizon sud. Pour cela, plaçons une lunette sur deux piliers, son axe optique étant dans le méridien, à peu près horizontal, et l'objectif étant au nord de l'oculaire. Puis devant l'objectif plaçons un miroir plan (1) tourné vers le sud, mobile autour d'un axe horizontal de direction est-ouest et dont les mouvements autour de cet axe soient mesurés par un cercle gradué. Il est évident que, pour apercevoir tous les astres qui passent au méridien entre l'horizon sud et le zénith, il suffira de faire tourner le miroir de 45° autour de son axe en faisant passer sa normale de la position horizontale à celle où son inclinaison sur l'horizon est 45°. Dans la réflexion, l'angle d'incidence maximum sera 45°, et, si D est l'ouverture de l'objectif, il suffira d'employer un miroir de diamètre égal à $D\sqrt{2}$. Dans le champ, tous les astres se déplaceront suivant une ligne horizontale, de sorte que la direction des fils sera constante.

» Cet instrument pourra s'orienter facilement, car il permet de viser le pôle, l'équateur et le bain de mercure. Son usage sera très commode pour l'observateur, qui n'aura pas à se déplacer, et qui pourra se tenir dans une obscurité complète. Un avantage important de cette disposition, c'est de permettre aussi facilement l'enregistrement des pointés en déclinaison que celui des passages en ascension droite : il suffira, pour cela, de transmettre le mouvement des tambours de déclinaison à deux autres tambours, avec

(1) L'emploi de ce miroir placé devant l'objectif est déjà indiqué dans les Œuvres de Perrault; mais les miroirs construits à cette époque étaient trop imparfaits pour un tel usage. On sait que, plus récemment, M. le colonel Laussedat a tiré un parti avantageux de cette disposition pour l'observation des éclipses de Soleil.

chiffres en relief, par exemple, et placés près du chronographe : la même bande de papier recevrait à la fois l'indication des passages et les empreintes des seconds tambours de déclinaison.

» Cet instrument, avantageux pour observer les petites planètes, le sera plus encore pour l'observation par zones : alors on laissera le miroir fixe et l'on déterminera tous les astres qui traverseront le champ. Pour gagner du temps, on évitera les grands déplacements de la vis micrométrique de déclinaison, en employant plusieurs fils parallèles et pointant chaque astre avec le fil qui s'en trouvera le plus voisin : l'assistant notera sur la bande le numéro du fil employé, la grandeur de l'astre et en général toutes les remarques de l'observateur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Sawerthal, faites à l'observatoire de Nice (équatorial de Gautier, de* $0^{m},38$ *d'ouverture).* Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Dates. 1888.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	☄ — ★. Æ.	☄ — ★. ℘.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Mars 14........	*a* Gould, 28961	7	+4.48,97	−3.34,9	1
19........	*b* Yarnall, 9369	7	+0.52,02	+7. 7,7	7
21........	*c* Schjellerup, 8739	8	+0. 6,06	−2.11,6	6

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1888.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1888,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moy. 1888,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 14...	*a*	21. 1. 8,95	−1,34	109.32. 7,6	+1,1	Gould, Vol. XIV.
19...	*b*	21.21.34,29	−1,23	102. 9. 0,9	+3,1	½ (Yarn., 9369 + W_1, 453).
21...	*c*	21.28.44,11	−1,19	99.35. 2,1	+3,8	½ (Schj., 8739 + W_1, 633).

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1888.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 14.....	17.30.17	21. 5.56,58	$\bar{1},601_n$	109.28.33,8	$0,836_n$
19.....	17.29.43	21.22.25,08	$\bar{1},581_n$	102.16.11,7	$0,825_n$
21.....	17. 1.33	21.28.48,98	$\bar{1},600_n$	99.32.54,3	$0,812_n$

» *Remarques.* — L'observation du 14 mars est le résultat d'une seule

comparaison qui comprend : trois pointés en ascension droite et trois pointés en déclinaison; les nuages nous empêchent de faire d'autres mesures.

» Le 19, la queue n'est visible que dans les environs du noyau. Ce noyau me paraît double dans l'angle de position 240°.

» Le 21, mêmes apparences; le noyau intérieur paraît plus petit et moins brillant que le noyau extérieur. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *A propos des deux récentes Communications de M.* J. Bertrand « *Sur la probabilité du tir à la cible* » (1). Note de M. **Giuseppe Jung.**

« Soient S le système des n points $o_1, o_2, \ldots, o_n$ successivement frappés par le projectile, G son centre de gravité, O le centre de la cible. Comme on parle du centre de gravité de ce système, il y a lieu de même de considérer et les rayons de giration relatifs à tout axe et l'ellipse d'inertie et les axes principaux relatifs à tout point du plan.

» Par exemple, si Ω est l'ellipse d'inertie relative au centre O de la cible (2) et si $OA = a$, $OB = b$ sont les demi-axes de la courbe, on sait que ces droites coïncident avec les axes principaux du point O et que a et b sont les rayons de giration relativement à ces axes : a le rayon de giration relatif à OB, b le rayon de giration relatif à OA.

» Donc, si l'on nomme x_i, y_i les coordonnées du point o_i ($i = 1, 2, \ldots, n$), rapportées aux axes principaux du centre de la cible, on aura

$$\frac{x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2}{n} = \frac{\Sigma x^2}{n} = a^2,$$

$$\frac{y_1^2 + y_2^2 + \ldots + y_n^2}{n} = \frac{\Sigma y^2}{n} = b^2,$$

$$\frac{x_1 y_1 + x_2 y_2 + \ldots + x_n y_n}{n} = \frac{\Sigma xy}{n} = 0,$$

et l'équation de l'ellipse Ω sera

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

(1) *Comptes rendus* (6 et 20 février 1888).

(2) Lorsque G tombe en O (ce qui arrive pour une arme parfaite), l'ellipse d'inertie Ω coïncide avec l'ellipse centrale du système S.

» Il s'ensuit que, par ce choix particulier des axes des coordonnées, les formules de M. Bertrand (*Comptes rendus*, p. 390 et 521) deviennent

$$\frac{1}{2k^2} = \mathcal{A} = a^2, \qquad \frac{1}{2k'^2} = \mathcal{B} = b^2, \qquad \lambda = \mathcal{C} = 0,$$

et l'équation $(k^2x^2 + 2\lambda xy + k'^2y^2 = \mathrm{H})$ des courbes d'égale probabilité prend la forme

$$\frac{x^2}{a'^2} + \frac{y^2}{b'^2} = 1, \qquad \text{où} \qquad \frac{a'}{a} = \frac{b'}{b} = \sqrt{2\mathrm{H}},$$

c'est-à-dire que ces courbes sont des ellipses Ω', homothétiques à l'ellipse Ω, le rapport de similitude $m = \frac{a'}{a} = \frac{b'}{b}$ étant donné par $m = \sqrt{2\mathrm{H}}$.

» Ces considérations n'ajoutent vraiment pas grand'chose aux résultats obtenus par M. Bertrand; elles permettent toutefois de condenser ces résultats en une proposition très simple et qui, si je ne me trompe, correspond parfaitement à l'esprit de la règle de Cotes et, en quelque sorte, la complète et la généralise ([1]). Cette proposition est la suivante :

» *Les courbes d'égale probabilité sont des ellipses semblables et semblablement placées à une ellipse Ω complètement déterminée par le système des points atteints par le projectile. Précisément, l'arme étant parfaite, Ω est l'ellipse centrale de ce système; l'arme étant imparfaite, Ω est l'ellipse d'inertie de ce même système, relative au centre de la cible. Dans les deux cas l'ellipse Ω est la courbe d'égale probabilité correspondant à la valeur* $\mathrm{H} = \frac{1}{2}$, *et, en en amplifiant les axes dans le rapport* $m = \sqrt{2\mathrm{H}} : 1$, *on en déduit l'ellipse d'égale probabilité correspondant à une autre valeur donnée quelconque de* H.

» Par exemple, aux valeurs

$$\mathrm{H} = \ldots,\ 128,\ 32,\ 8,\ 2,\ \frac{1}{2},\ \frac{1}{8},\ \frac{1}{32},\ \frac{1}{128},\ \ldots$$

correspondent les valeurs

$$m = \ldots,\ 16,\ 8,\ 4,\ 2,\ 1,\ \frac{1}{2},\ \frac{1}{4},\ \frac{1}{8},\ \ldots \quad \left(m = \frac{a'}{a} = \frac{b'}{b}\right).$$

» Il va sans dire que, si l'on veut, on peut construire graphiquement

---

([1]) Voici l'hypothèse de Cotes : *Si l'on connaît un nombre quelconque de points où la cible a été frappée, la position la plus probable du point visé est le centre de gravité du système des points atteints* (Cf. *Comptes rendus*, p. 389).

l'ellipse Ω, sans effectuer aucun calcul, et sans même relever par rapport à deux axes les coordonnées des points atteints $o_1, o_2, \ldots, o_n$; à ce but, en effet, il suffit de suivre les méthodes exposées dans tout Traité de Statique graphique (*voir*, par exemple, Maurice Levy, 2e édit., vol. I, Chap. XXI). »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de propagation du son.* Note de MM. **J. Violle** et **Th. Vautier**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication précédente [1], nous avons indiqué les procédés qui nous ont permis de suivre pendant plusieurs minutes la propagation d'une onde à l'intérieur d'un tuyau cylindrique de $0^m,70$ de diamètre. Nous demandons à l'Académie la permission de lui soumettre aujourd'hui les principaux résultats de ce travail.

» Les expériences faites avec le pistolet se résument dans le Tableau suivant, qui donne, pour différentes charges, les temps employés par le front de l'onde à parcourir une première, une deuxième, ... fois le chemin 2 L.

Charges du pistolet.	Durées du parcours 2 L.			
	t_1.	t_2.	t_3.	t_4.
gr	s	s	s	s
3	37,251	37,334	37,384	37,420
2	262	348	392	»
1	279	350	408	»

» De ces nombres, il résulte incontestablement que la *vitesse de propagation de l'onde diminue avec l'intensité*.

» Nous poserons donc

$$t = \mathrm{A} - \mathrm{B}\sqrt{\mathfrak{z}_j},$$

A et B étant deux constantes à déterminer et $\mathfrak{z}_j$ la pression moyenne pendant le $j^{\text{ième}}$ parcours, pression donnée par nos mesures manométriques.

» En prenant $\mathrm{A} = 37^s,460$ et $\mathrm{B} = 0,69$, les pressions étant évaluées en millimètres d'eau, on a :

Charges du pistolet.	Durées calculées.			
	t_1.	t_2.	t_3.	t_4.
gr	s	s	s	s
3	37,244	37,335	37,388	37,418
2	262	346	394	»
1	280	356	400	»

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 103.

A représentant la durée du parcours 2L pour une condensation infiniment petite, $\frac{2L}{A}$ est la vitesse de propagation d'une onde infiniment faible dans les conditions de l'expérience.

» On en déduit aisément la vitesse limite, à zéro et dans l'air sec, à l'intérieur du tuyau considéré, et, par suite, la vitesse à l'air libre. Le nombre ainsi déterminé, $331^m,2$, est un peu supérieur à celui de Regnault, mais bien voisin de celui qu'avaient obtenu, il y a plus de soixante ans, les membres du Bureau des Longitudes.

» Par des expériences nombreuses effectuées avec différents instruments (trompe à vapeur, tuyaux d'orgue, cuivres), nous avons constaté que *la hauteur du son n'a aucune influence sur la vitesse de propagation de l'onde.*

» Nous avons trouvé en effet pour les durées de propagation de l'onde suivant le premier parcours 2L :

ut_{-1}.	Bombarde	$37^s,30$
ut_{-1}.	Flûte de 16pi	42
ut_1.	Flûte de 8pi	38
ut_2.	Flûte de 4pi	40
fa_2.	Contrebasse	37
fa_3.	Trompe	38
$si_3\flat$.	Cornet	39
$si_4\flat$.	Cornet	41

» Les petites différences observées paraissent provenir uniquement des différences d'intensité de l'onde dans les divers cas.

» Le mouvement de l'onde est indépendant des vibrations qu'elle emporte avec elle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Expériences photographiques sur la pénétration de la lumière dans les eaux du lac Léman;* par M. **F.-A. Forel.**

« Mes premiers essais pour déterminer, par voie photographique, la limite de pénétration de la lumière dans l'eau du lac Léman datent de 1873 [1]; j'avais déjà alors constaté que la *limite d'obscurité absolue*, pour le chlorure d'argent, était de 45^m de profondeur en été, de 100^m en hiver.

» Depuis lors, des expériences du Dr G. Asper dans les lacs de Zurich et

(1) *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, t. XIII, p. 24, t. XIV, p. 134; Lausanne, 1874.

de Walenstadt, celles de MM. Fol et Sarasin dans le Léman, ont montré que, pour les plaques extra-sensibles de Monckhoven, cette limite descend à une profondeur à peu près double.

» L'intérêt de ces recherches pour la biologie des faunes profondes m'a engagé à les reprendre d'une manière plus systématique et mieux suivie.

» Dans le but d'arriver à une suite régulière d'observations, j'ai préféré m'en tenir à ma méthode des papiers sensibilisés au chlorure d'argent, laquelle est d'une application plus facile que celle des physiciens génevois. J'ai superposé à la même ligne de sonde, à 10^m d'intervalle, des appareils photographiques que j'allais poser de nuit à 3^{km},500 de la rive, devant Morges, par 130^m de profondeur d'eau; je les laissais exposés dans le lac jusqu'à ce qu'une belle journée de brillant soleil m'eût assuré une action photographique suffisante; puis j'allais les relever de nuit. J'ai répété ces expériences chaque deux mois d'une année entière, à partir de mars 1887. Une seule expérience a manqué, celle de janvier 1888 : les vagues ayant usé par frottement la corde qui attachait à la bouée les appareils, ceux-ci ont sombré au fond du lac, et je n'ai pu les retrouver qu'au bout d'un mois, couchés dans le limon.

» Pour apprécier l'effet photographique obtenu dans l'eau, je compare mes papiers impressionnés, à une échelle obtenue en exposant le même papier sensibilisé à l'action du soleil, à l'air libre, pendant un temps exprimé en secondes. L'échelle photographique qui m'a servi est celle du 4 mars 1888, à midi, par un jour de grande limpidité de l'atmosphère.

» Je désigne, dans le Tableau suivant, par le terme de *voile*, un effet photographique presque insaisissable, qui a disparu sur les épreuves après la fixation par l'hyposulfite de soude.

Effet photographique dans le lac, en numéros de l'échelle du 4 mars 1888.

Profondeur.	Mars.	Mai.	Juillet.	Septembre.	Novembre.	Mars.
20^m....	»	»	400	400	500	500
25....	»	400	»	»	»	»
30....	»	»	60	250	400	500
35....	»	250	»	»	»	»
40....	»	»	voile	20	120	»
45....	»	40	»	»	»	»
50....	»	»	0	0	60	400
55....	»	10	»	»	»	350
60....	»	»	0	0	30	»
65....	150	2	»	»	»	120

Profondeur.	Mars.	Mai.	Juillet.	Septembre.	Novembre.	Mars.
m						
70....	»	»	0	0	10	»
75....	40	voile	»	»	»	60
80....	»	»	0	»	voile	»
85....	25	0	»	»	»	25
90....	»	»	0	0	»	»
95....	5	0	»	»	»	10
100....	»	»	»	»	0	»
105....	0	»	»	»	»	2
110....	»	»	»	»	0	»
115....	0	»	»	»	»	0

» En me fondant sur ce Tableau et sur mes études antérieures, j'arrive aux conclusions suivantes :

» 1° Pour le chlorure d'argent, la limite d'obscurité absolue dans le lac Léman a été :

		Limite de visibilité.
	m	m
Du 8 au 9 mars 1887..............	100	15,6
Le 11 mai........................	75	?
Du 5 au 7 juillet................	45	5,5
Le 6 septembre...................	50	5,0
Du 9 au 12 novembre..............	85	12,3
Le 7 février 1888................	»	18,0
Du 4 au 6 mars...................	110	16,5

» 2° Les variations de la limite d'obscurité absolue sont parallèles à celles de la *limite de visibilité*, obtenue en cherchant la profondeur à laquelle disparaît à mon œil un disque blanc plongé dans l'eau (méthode du P. Secchi).

» 3° L'eau est plus limpide en hiver qu'en été; cette différence est essentiellement due à la plus grande abondance, en été, des poussières organiques en suspension.

» 4° La décroissance de l'effet photographique près de la limite d'obscurité absolue est plus rapide dans les eaux de l'été que dans celles de l'hiver. »

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs latentes de vaporisation de quelques substances très volatiles*. Note de M. **James Chappuis**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai décrit, dans une précédente Note (¹), la méthode que j'ai employée à la détermination des chaleurs latentes de quelques gaz liquéfiés; appliquée d'abord au chlorure de méthyle, au cyanogène et à l'acide sulfureux, elle m'a conduit à fixer la chaleur latente, à 0°, et sous la tension maximum qui correspond à la fusion de la neige, pour l'acide sulfureux en particulier, à

$$91^{cal},7.$$

» Depuis que j'ai publié ce résultat, les travaux de MM. Cailletet et Mathias (²) sont venus le confirmer.

» La détermination expérimentale qu'ils ont faite des deux sortes de densités de l'acide sulfureux et la connaissance de la variation de la force élastique maximum, mesurée par Regnault entre — 30° et + 65°, permettent de calculer la chaleur latente de vaporisation par la formule bien connue

$$L = \frac{T}{E}\left(\frac{1}{d_l} - \frac{1}{d_v}\right)\frac{dp}{dt}.$$

» Ce calcul donne, pour la chaleur latente à 0°;

$$91^{cal},2.$$

» L'accord entre ces deux nombres est très satisfaisant.

» J'ai appliqué depuis cette même méthode à l'acide carbonique; les constantes nécessaires au calcul des expériences sont empruntées au travail de MM. Cailletet et Mathias (³) sur les densités des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées, et sont

$$d_l = 0,9083,$$
$$d_v = 0,0975;$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 898.

(²) Cailletet et Mathias, *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. VI, p. 414; 1887.

(³) Cailletet et Mathias, *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. V, p. 549; 1886.

on a donc

$$\frac{d_l}{d_l - d_v} = 1,12025,$$

et, par conséquent, on calculera la chaleur latente à 0° par la formule

$$L = \frac{1}{1,2695}\frac{m}{p}.$$

» La moyenne des expériences faites avec les vitesses d'évaporation très variables, mais généralement faibles pour éviter la détente, a donné

$$L = 56^{cal},25.$$

» La formule de Thermodynamique dont nous avons fait usage déjà à propos de l'acide sulfureux a permis de calculer la chaleur latente de l'acide carbonique liquide à 0°.

» Si l'on substitue aux lettres les nombres fournis par les travaux de M. Sarrau, on trouve

$$L = 55^{cal},95.$$

» Avec les nombres lus sur les courbes qui représentent les expériences de MM. Cailletet et Mathias, on calcule la valeur

$$L = 57^{cal},48.$$

Enfin, à l'aide de la formule

$$L_t^2 = 118,485(31 - t) - 0,4707(31 - t)^2,$$

proposée par ces physiciens pour représenter les variations de la chaleur latente de l'acide carbonique avec la température, on trouve

$$L = 56^{cal},75.$$

» Le nombre donné par l'expérience directe se trouverait donc presque exactement sur la courbe représentative des chaleurs latentes calculées. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les lois de l'équilibre chimique*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Répondant aux critiques que j'ai formulées contre la théorie du potentiel thermodynamique, M. Duhem maintient la rigueur absolue des

principes sur lesquels elle repose. C'est, en effet, le résultat habituel de toute discussion sur les questions de principe, de confirmer chacun dans son opinion; je ne reviendrai donc pas sur ce sujet, n'ayant rien à changer à ce que j'ai dit antérieurement et me proposant de reprendre avec plus de détails cette discussion dans un Mémoire sur les équilibres chimiques, actuellement à l'impression [1].

» Je me propose seulement de montrer ici comment on peut, en partant de l'hypothèse de MM. Gibbs et Duhem et employant les mêmes méthodes, établir d'une façon très simple la formule générale indiquée par M. Van t' Hoff, et dont j'ai le premier, je crois, donné une démonstration rigoureuse dans le cas particulier où il est possible de le faire. L'hypothèse de M. Gibbs consiste à admettre que l'entropie d'un mélange gazeux est égale à la somme des entropies des gaz constituants, ce qu'il est impossible de démontrer lorsque la composition du mélange est variable, c'est-à-dire dans le seul cas à considérer pour les équilibres chimiques.

» Soient un mélange gazeux renfermant m, m' molécules des différents corps; n, n' les nombres des molécules entrant simultanément en réaction par le fait de la transformation chimique considérée; H', ... les fonctions caractéristiques ou potentiels thermodynamiques de ces différents corps. Il est important de prendre comme variables indépendantes la pression et la température, puisque ce sont, comme je l'ai fait voir, les facteurs directs de l'équilibre. Le second principe rapproché de l'hypothèse précédemment énoncée donne l'équation

$$\Sigma \mathrm{H}' \, dm + \Sigma m \, d\mathrm{H}' - \mathrm{AV} \, d\mathrm{P} = 0$$

pour toute transformation isotherme réversible, qui se réduit dans les cas de réaction chimique nulle à

$$\Sigma m \, d\mathrm{H}' - \mathrm{AV} \, d\mathrm{P} = 0.$$

» Retranchant membre à membre, on a, pour le cas d'une transforma-

---

[1] Je profite de l'occasion pour préciser le sens d'une phrase de ma dernière Note, à laquelle M. Moutier a donné une interprétation bien loin de ma pensée. J'ai seulement fait allusion aux publications imprimées de M. Moutier, entre autres à l'article *Entropie et énergie libre*, paru dans la *Revue scientifique* de février 1886, où se trouve le passage (p. 205) : *La considération de l'énergie libre a fourni à M. Gibbs une base rationnelle pour résoudre toutes les questions relatives aux équilibres chimiques.* C'est cette affirmation, répétée à plusieurs reprises, dont je ne saurais admettre l'exactitude pour les motifs donnés précédemment.

tion chimique,

$$\Sigma \mathrm{H}'\, dm = \Sigma n \mathrm{H}' = 0.$$

» Remplaçant H′ par sa valeur, divisant par T et différentiant, il vient

$$\Sigma n\left(\frac{du - \mathrm{A}p\, dv}{\mathrm{T}} + \frac{u\, d\mathrm{T}}{\mathrm{T}^2} - \frac{du}{\mathrm{T}}\right) = 0$$

ou

$$\Sigma n\left(\mathrm{AR}\, d \log \frac{p}{\mathrm{T}} + \frac{u\, d\mathrm{T}}{\mathrm{T}^2}\right) = 0$$

ou, en remarquant que Σnu n'est autre chose que L′, chaleur latente de réaction à volume constant,

$$\mathrm{AR}\,\Sigma n \log \frac{p}{\mathrm{T}} + \int \frac{\mathrm{L}'\, d\mathrm{T}}{\mathrm{T}^2} = \text{const.}$$

» Si l'on veut faire le calcul d'une façon plus rigoureuse, on peut compléter la loi de Mariotte par l'adjonction d'un covolume a, et tenir compte du volume des corps solides et liquides, ce qui donne naissance, dans l'équation ci-dessus, à des termes supplémentaires de la forme $\mathrm{AR}\,\Sigma na \frac{p}{\mathrm{T}}$. Il n'a été nulle part question des chaleurs spécifiques; il n'a pas été besoin d'admettre que des vapeurs comme celles d'iode ou de chlorure de phosphore ont la même chaleur spécifique que les gaz permanents. Il faut bien remarquer que, dans tous ces calculs, l'intervention du potentiel thermodynamique n'a d'autre résultat que de compliquer un peu le langage.

» Mais, je le répète, ce calcul ne présente aucun intérêt au point de vue de la Chimie expérimentale, parce que son point de départ est une hypothèse complètement arbitraire. S'il en était autrement, les chimistes auraient fait preuve d'une indifférence impardonnable en ne s'apercevant pas que, depuis quinze ans, une des lois les plus importantes de la Chimie était établie avec une précision que l'expérience ne saura jamais atteindre.

» Je dois ajouter immédiatement que, si cette théorie ne semble pouvoir rendre aucun service aux chimistes, je ne la considère pas moins comme très intéressante, mais à un point de vue tout à fait différent. Elle me semble appelée à jeter un jour tout nouveau sur l'*entropie*, qui n'est dans l'état actuel de la Science qu'une simple expression mathématique, une intégrale non définie. Il existe pourtant des analogies si nettes entre la variation de l'entropie et celle du volume, de la quantité d'électricité, qu'il est bien difficile de ne pas admettre l'existence d'une certaine gran-

deur physique comparable au volume, à la quantité d'électricité dont la mesure serait donnée par une des valeurs définies de cette intégrale. Or la théorie de M. Gibbs fait intervenir certaines valeurs définies de cette intégrale qui ne sauraient différer des précédentes et elle établit entre elles des relations qui permettent de calculer l'entropie des corps composés au moyen de celles des corps simples supposées connues, de même que le principe de la conservation de l'énergie permet de faire le même calcul pour l'énergie interne des corps composés. Si l'on admet, d'autre part, que l'entropie, rapportée aux poids moléculaires, doit, comme le volume et la quantité d'électricité, être soumise à des lois très simples, ce qui semble du reste résulter du principe du travail maximum de M. Berthelot, de la loi des chaleurs latentes de vaporisation de Deprez étendue par moi aux chaleurs latentes de dissociation, on entrevoit la possibilité de déterminer la valeur numérique de l'entropie de tous les corps, sans en connaître pour cela la nature, en se donnant arbitrairement celle de l'un d'entre eux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la matière cristallisée active des flèches empoisonnées des Çomalis, extraite du bois d'Ouabaïo.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Chevreul.

« Les Çomalis, de la côte orientale d'Afrique, préparent leur poison à flèches avec l'extrait aqueux du bois et surtout des racines d'un arbre, appelé *Ouabaïo*, qui croît spontanément sur les versants des montagnes du Çomal. D'après les déterminations de MM. Franchet et Poisson, cet arbre appartient au genre Carissa, de l'importante famille des Apocynées; spécifiquement, il est voisin du *Carissa Schimperi* originaire de l'Abyssinie, cependant il en diffère sensiblement par ses fleurs, formant de petites cimes serrées, au sommet d'un pédoncule commun long de $0^m,02$ à $0^m,03$.

» Nous devons les échantillons des différentes parties de l'Ouabaïo, sur lesquelles nous avons pu expérimenter, à l'obligeance de M. G. Révoil, l'explorateur bien connu de ces régions africaines.

» Dans un premier travail [1] fait en collaboration avec le Dr T. de Rochebrune, nous avons recherché le principe actif contenu dans les ra-

---

[1] T. de Rochebrune et Arnaud, *Mission Révoil, Ministère de l'Instruction publique;* mars 1882.

cines, mais la faible quantité dont nous disposions ne nous a permis qu'un examen chimique très sommaire; nous avons cependant constaté la présence d'un glucoside, précipitable par le tannin.

» J'ai tout récemment repris l'étude de ce glucoside, qui existe non seulement dans les racines de l'Ouabaïo, mais aussi dans le bois proprement dit, dont M. Révoil m'avait fait un envoi assez considérable à son dernier voyage; ce bois se présente sous forme de grosses bûches, d'une texture très serrée, analogue à celle de l'acacia.

» Après de nombreux insuccès, dus en partie à la facile altération des substances tenues en dissolution, j'ai réussi, en partant de la décoction aqueuse du bois, à séparer une matière cristallisée qui possède, en l'exagérant, toute la toxicité (¹) de l'extrait aqueux, dont je vais rappeler ici les propriétés caractéristiques. Au point de vue physiologique, il amène rapidement la mort en agissant sur le cœur, soit par injection sous-cutanée ou intraveineuse; il n'est nullement toxique, au contraire, par absorption stomacale. Au point de vue chimique, il réduit la liqueur de Fehling, même lorsqu'il a été préparé à froid; on pouvait en conclure à la présence d'un sucre réducteur libre, du glucose probablement; j'ai constaté, en effet, la formation d'une azone par l'action de la phénylhydrazine, et cette azone possède le même point de fusion que la phénylglucosazone. Quand on concentre suffisamment dans le vide la décoction aqueuse du bois, on observe, après décoloration, une déviation à gauche au polarimètre, le pouvoir rotatoire du glucose se trouvant alors compensé par celui de la substance active qui agit en sens inverse.

» *Préparation de l'ouabaïne.* — Pour préparer la matière cristallisée active, que j'appellerai dorénavant *ouabaïne,* le bois, réduit en copeaux, est épuisé méthodiquement par l'eau chaude.

» Les liquides se chargent de plus en plus de matières solubles, en se colorant fortement en brun. Quand on juge que ces liqueurs sont suffisamment concentrées, on décante et l'on précipite les matières colorantes et autres par l'acétate neutre de plomb, puis on enlève au liquide filtré l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré. On filtre de nouveau après ébullition et l'on concentre dans le vide jusqu'à consistance sirupeuse. A ce moment, on ajoute environ six fois le volume d'alcool à 85°, on fait bouillir et, sans filtrer, on verse dans de grandes cuvettes plates, laissant alors l'évaporation s'effectuer à une température modérée. On obtient ainsi, après plusieurs jours de repos, une masse cristalline imprégnée par un sirop fortement coloré; on essore à la trompe,

---

(¹) D'après les expériences des Drs Rondeau et Gley, il suffit de 2^{mgr} d'ouabaïne pour amener la mort d'un chien de 12^{kgr}, et ceci en quelques minutes.

afin de séparer les cristaux, on les dissout dans l'alcool à 85° bouillant, on concentre et on laisse cristalliser.

» L'ouabaïne ainsi obtenue est déjà presque pure; on achève de la purifier en la faisant recristalliser plusieurs fois dans l'eau bouillante.

» Le rendement est d'environ 3gr par kilogramme de bois.

» *Propriétés*. — L'ouabaïne cristallise en lames rectangulaires, excessivement minces, d'un aspect nacré. Elle est absolument blanche, sans odeur et sans amertume appréciable ([1]). Elle n'est pas azotée et n'a aucune action sur les réactifs colorés, tels que le tournesol. Elle est peu soluble dans l'eau froide : 100 parties de ce liquide à 11° tiennent en dissolution 0gr,650 d'ouabaïne; elle est très soluble dans l'eau bouillante, et ces dissolutions ont une grande tendance à la sursaturation. Son meilleur dissolvant est l'alcool moyennement concentré : 100 parties d'alcool à 85° tiennent en dissolution à 11° 3gr,750 d'ouabaïne; à chaud, cette solubilité augmente beaucoup.

» Elle est insoluble dans le chloroforme, dans l'éther anhydre et pour ainsi dire dans l'alcool absolu.

» L'ouabaïne ne fond pas nettement; vers 180°, elle prend l'état pâteux, en brunissant et laissant dégager des bulles gazeuses; vers 200°, elle entre en pleine fusion.

» Obtenue par cristallisation dans l'eau, elle est hydratée : elle ne perd complètement son eau de cristallisation que vers 130°; ainsi séchée, on éprouve alors les plus grandes difficultés pour effectuer les pesées, tant elle absorbe facilement l'humidité de l'air sans tomber en déliquescence.

» L'ouabaïne se dédouble, sous l'influence des acides étendus, à l'ébullition, en donnant naissance à un sucre réducteur : c'est donc bien un glucoside; comme beaucoup de ces composés elle a une action sur la lumière polarisée : j'ai trouvé

$$[\alpha]_D = -34^\circ$$

pour une solution dans l'eau chaude.

» Elle est précipitée de ses dissolutions aqueuses concentrées par le tannin.

» L'analyse élémentaire a donné les résultats suivants :

Ouabaïne séchée à 140°.

	1.	2.	3.	Calculé pour $C^{30}H^{46}O^{12}$.
Carbone	59,93	59,40	59,76	60,20
Hydrogène	7,62	7,67	7,67	7,69
Oxygène	32,45	32,93	32,57	32,11
	100,00	100,00	100,00	100,00

([1]) Le bois d'Ouabaïo et son extrait aqueux sont doués d'une grande amertume, dont nous indiquerons plus loin l'origine.

» Le dosage de l'eau contenue dans l'ouabaïne hydratée, séchée sous une cloche en présence de l'acide sulfurique, a donné les résultats suivants :

	1.	2.	Calculé pour $C^{30}H^{46}O^{12}, 7H^2O$.
Eau	17,38	18,00	17,40 pour 100

» L'ouabaïne, en cristallisant dans l'eau, prend donc 7 molécules d'eau de cristallisation.

» La baryte en dissolution aqueuse concentrée réagit à 100° sur l'ouabaïne : il y a fixation d'une molécule d'eau et formation d'un sel barytique :

$$2(C^{30}H^{46}O^{12}) + BaH^2O^2 = 2(C^{30}H^{47}O^{13})Ba.$$

» Ce sel est déliquescent, insoluble dans l'alcool concentré qui le précipite de ses dissolutions aqueuses en petits cristaux; lorsqu'on cherche à le sécher même à froid, ce sel devient amorphe au fur et à mesure de l'évaporation de l'alcool. Séché à 140°, il présente la composition suivante :

		Calculé pour $2(C^{30}H^{47}O^{13})Ba$.
Carbone	52,36	52,66
Hydrogène	6,88	6,87
Baryum	9,93	10,03
Oxygène	30,83	30,44
	100,00	100,00

» Les résultats précités conduisent bien à la formule $C^{30}H^{46}O^{12}$ adoptée pour l'ouabaïne.

» Il me reste à étudier les produits de dédoublement de ce glucoside, ainsi que l'action de différents réactifs; cette étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

AGRONOMIE. — *Influence des engrais chimiques sur la composition de la graine du Soja.* Note de feu M. **Albert Levallois**, présentée par M. Schlœsing.

« On sait que l'agriculteur ne doit pas se préoccuper seulement de mettre de l'engrais dans sa terre, mais qu'il lui faut aussi choisir judicieusement les éléments qui composeront son engrais et tenir compte des proportions dans lesquelles ils seront mélangés. La vigne qui recevra beaucoup de potasse et peu de phosphate donnera un développement de feuilles exagéré ; pour le blé, certains engrais pousseront à la paille plutôt qu'au

grain. Le cas dont on veut parler ici a été observé dans un champ d'expériences de la station agronomique de Nice, sur une légumineuse, le Soja.

» En vue de la production d'une certaine quantité de graines nécessaires pour des essais de culture, on avait semé du Soja jaune dans une terre ayant la teneur suivante par kilogramme :

Cailloux retenus sur un tamis à mailles de 5^{mm}....	173
Gravier retenu sur un tamis à mailles de 1^{mm}......	53
Terre fine..................................	774

» La terre fine, très calcaire, a donné par kilogramme (¹) :

Azote	$0^{gr},424$
Potasse......................	0,480
Acide phosphorique..........	0,639

» Cette terre peut être considérée comme pauvre en azote et acide phosphorique; elle a une grande profondeur qui n'a pas été déterminée. Le champ n'est pas arrosable.

» Peu de jours après les semailles, sur la moitié de la parcelle ensemencée, on versa en abondance un engrais chimique complet; l'autre resta sans engrais.

» Comme on devait s'y attendre, la récolte des plantes dans la parcelle qui avait reçu l'engrais complet fut plus considérable que dans l'autre; mais, dans notre cas, celui de la production de beaux échantillons de graines, les résultats sont tout au désavantage de la parcelle qui a reçu l'engrais.

» En rapportant les résultats à l'hectare :

1. *Parcelle avec engrais complet.*

Plante sèche (feuilles tombées).............	2957^{kg}
Graines................................	$749^{kg},5$

2. *Parcelle sans engrais.*

Plante sèche (feuilles tombées).............	512^{kg}
Graines................................	274^{kg}

(¹) La potasse a été dosée en détruisant le pouvoir absorbant par l'addition à froid d'eau acidulée; l'acide phosphorique, après avoir traité la terre, à chaud, par l'acide nitrique concentré, jusqu'à destruction complète des matières organiques.

» Le rapport du poids de la plante récoltée au poids de la graine est de 3,9 pour la première parcelle et de 1,9 pour la deuxième. Pour un même poids de plante la récolte des graines dans la parcelle sans engrais a donc été double de la récolte dans la parcelle avec engrais.

» En examinant les graines de l'une et l'autre parcelle, on trouve des différences considérables : mille graines de la parcelle 1 occupent un volume de 185^{cc} et pèsent $126^{gr},5$; mille graines de la parcelle 2 occupent un volume de $252^{cc},5$ et pèsent $171^{gr},5$; elles sont beaucoup plus régulières et plus rondes que les premières qui fournissent, d'ailleurs, une farine plus pauvre.

» Isidore Pierre, dans ses classiques recherches sur le développement du blé, a donné l'analyse de beaux grains du blé et de grains plus petits mais réguliers. Il a trouvé :

	Azote par kilogr.	Acide phosphorique.	Potasse.
Pour les grains les plus beaux ([1])	$22^{gr},6$	$5^{gr},87$	$4^{gr},14$
Pour les grains plus petits mais réguliers	$21^{gr},7$	$3^{gr},00$	$4^{gr},01$

» Les différences que nous avons trouvées dans l'analyse des graines de Soja des parcelles 1 et 2 sont dans le même sens que celles qui ont été observées sur ces échantillons de grains de blé, c'est-à-dire que les graines de la parcelle sans engrais sont plus riches que les graines de la parcelle qui a reçu l'engrais complet. Voici les résultats de l'analyse :

	Pour 100^{gr} de graine sèche.				
	Azote ([1]).	Acide phosphorique.	Potasse.	Huile.	Matière soluble dans l'alcool.
Parcelle 1	$6^{gr},16$	$1^{gr},25$	$3^{gr},03$	$19^{gr},06$	$22^{gr},20$
Parcelle 2	$6^{gr},27$	$1^{gr},47$	$3^{gr},16$	$20^{gr},33$	$19^{gr},60$

» Il faut observer que, pour un même poids de graines, les petites étant plus nombreuses offrent une surface de testa plus considérable que les grandes et que, par suite, une pauvreté relative du testa en azote, acide

([1]) Les dosages d'azote ne semblent pas avoir porté sur les mêmes échantillons que les dosages d'acide phosphorique et de potasse.

([1]) On remarquera la composition intéressante des graines de Soja. Nous ne connaissons pas de graines aussi azotées; l'acide phosphorique et la potasse sont également en très forte proportion. L'huile et un sucre particulier dont nous avons signalé la présence dans le Soja (*Comptes rendus*, t. XC et XCIII) remplacent l'amidon dans cette graine.

phosphorique et potasse suffirait à expliquer les différences que présentent les chiffres ci-dessus. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Falsifications des huiles d'olive.* Note de M. R. Brullé. (Extrait.)

« La collection des huiles d'olive provenant des diverses variétés du sud-est de la France et des huiles de graines, réunie par le regretté Directeur de la Station agronomique de Nice, M. A. Levallois, nous a permis de faire de nombreux essais pour l'étude d'une réaction chimique décelant rapidement la présence d'une ou de plusieurs huiles de graines dans une huile d'olive. Nous employons, pour cela, un mélange d'acide nitrique ordinaire et d'albumine d'œuf desséchée.

» Pour opérer dans de bonnes conditions, on prend un tube à essai; on y met $0^{gr},1$ environ d'albumine en poudre, 2^{cc} d'acide nitrique et 10^{cc} environ de l'huile à essayer; on chauffe doucement avec une lampe à alcool, de manière que l'acide et l'huile soient sensiblement à la même température. L'acide commence à bouillir; on incline un peu le tube sur la flamme de la lampe, de façon que l'ébullition mélange l'huile et l'albumine, ce qui se reconnaît à un va-et-vient des bulles et des particules d'albumine qui continuent à se dissoudre. Si l'on a affaire à de l'huile d'olive pure, la teinte du mélange est jaune légèrement verdâtre. Si l'huile est mélangée à 5 pour 100 d'huile de graines, la teinte est franchement jaune d'ambre.

» A mesure que la proportion d'huile étrangère augmente, la teinte se fonce de plus en plus, jusqu'à la couleur orange foncée, qui se produit sur un mélange à 50 pour 100.

» L'acide nitrique seul donne des colorations qui se rapprochent des précédentes, mais seulement sur les huiles colorées. Il est sans effet sur les mélanges où se trouvent de l'huile d'œillette ou d'arachide, qui sont presque incolores.

» Nous avons essayé ce procédé sur des mélanges d'huile d'olive avec les huiles de coton, d'arachide, de sésame, d'œillette, de colza, de cameline, de lin, de diverses provenances. Les résultats ont toujours été d'une grande exactitude.

» Nous avons trouvé une exception dans l'huile connue dans le commerce sous le nom d'*aveline exotique*, qui a donné une teinte rose avec des taches blanchâtres.

» Pour la recherche, dans une huile d'olive, d'une quantité d'huile de

graine inférieure à 5 pour 100, nous renvoyons au procédé imaginé par A. Levallois et qui consiste à traiter les huiles saponifiées par une solution de brome. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une méthode simple et usuelle, pour déceler et pour doser les impuretés contenues dans les alcools d'industrie* [1]. Note de M. **L. Godefroy**, présentée par M. L. Troost.

« On sait que les impuretés qu'il s'agit de rechercher dans les alcools d'industrie sont de deux sortes : les premières, assez volatiles, consistent surtout en aldéhydes et autres composés réducteurs connus sous le nom de *produits de tête;* les seconds, plus fixes que l'alcool éthylique, sont principalement formés d'alcools supérieurs; on les désigne sous le nom de *produits de queue.*

» La méthode que je propose consiste essentiellement à transformer ces impuretés, à l'aide de la benzine et de l'acide sulfurique, en dérivés sulfoconjugués dont la présence est manifestée par une coloration plus ou moins foncée. Voici quel est, après quelques tâtonnements indispensables, le procédé opératoire auquel je me suis arrêté.

» On verse dans un tube à essai ordinaire 6^{cc} à 7^{cc} de l'alcool que l'on veut analyser, on ajoute *une seule* goutte de benzine cristallisable parfaitement pure, on agite, on verse dans le mélange 6^{cc} à 7^{cc} d'acide sulfurique pur à 66° et l'on agite de nouveau.

» *Produits de tête.* — Si l'alcool renferme des composés réducteurs, il se produit aussitôt une coloration qui peut varier du *jaune brun clair* au *noir* et qui fonce pendant quelques instants. Avec l'alcool éthylique chimiquement pur, il ne se produit rien au début; mais, au bout de huit à dix minutes, le mélange prend une teinte légèrement rosée.

» Cette réaction est *très sensible;* elle permet, en effet, de déceler *un millionième* de produits réducteurs, soit 1^{cc} dans 1000^{lit} d'alcool.

» Elle est *précise*, en ce sens qu'elle permet de doser avec une approximation suffisante la quantité de produits réducteurs contenus dans l'alcool à analyser. Il suffit, en effet, de comparer la teinte obtenue avec celles que donnent les solutions alcooliques titrées d'aldéhyde acétique et d'exprimer le résultat en fonction de cette dernière substance.

---

(1) J'ai exposé le principe de cette méthode dans un pli cacheté déposé à l'Académie le 28 novembre 1887, sous le n° 4237.

» *Produits de queue.* — Si le mélange reste incolore ou se colore à peine, au bout de quelques minutes, c'est, je l'ai dit, l'indice certain qu'il ne contient pas de composés réducteurs. Pour y rechercher les produits de queue, il suffit de le faire bouillir quelques instants, puis de l'abandonner à lui-même pendant deux ou trois minutes. Avec l'alcool éthylique pur, il se produit une coloration faible jaune d'ocre; avec l'alcool qui renferme des produits de queue on obtient une coloration franchement brune, à fluorescence verte, et d'autant plus foncée que ces produits s'y trouvent en plus grande quantité.

» Pour que cette méthode conduise à des résultats précis, il est important de prendre une précaution, mais une seule, facile d'ailleurs à réaliser : c'est de bien mélanger l'alcool et l'acide sulfurique avant de chauffer, autrement il se produirait, au contact de l'acide trop concentré, des phénomènes de polymérisation. Lorsque le mélange est bien fait, il ne se forme aucun produit polymérisé, mais bien des dérivés aromatiques sulfoconjugués doués d'une belle fluorescence verte; ce sont eux qui, par leur teinte plus ou moins foncée, décèlent la présence des alcools de queue.

» La méthode n'est pas aussi sensible pour les impuretés de queue que pour les impuretés de tête, néanmoins elle permet de constater par comparaison la présence de près de $\frac{1}{100000}$ d'huiles; elle est d'ailleurs fort simple et expéditive.

» On peut lui faire un reproche qui, au premier abord, semble assez sérieux, mais dont on ne doit pas se préoccuper outre mesure. Ce reproche, le voici : lorsque le même alcool renferme à la fois des produits de tête et des produits de queue, il jaunit aussitôt après l'addition d'acide sulfurique et, par conséquent, il devient difficile d'apprécier exactement, après l'ébullition, l'augmentation de teinte due à la présence des produits de queue.

» Je ferai d'abord remarquer que le dosage des huiles, quoique plus difficile, est toujours possible, à moins que l'on ait à analyser des alcools absolument infects, ce qui ne sera jamais le cas.

» Je dirai ensuite que, suivant le désir des législateurs, j'ai surtout imaginé une *méthode simple et facile permettant au premier venu* de constater rapidement la nature des impuretés contenues dans les alcools d'industrie. Ce procédé permet encore, dans la plupart des cas, de les doser avec une grande précision.

» D'ailleurs, si l'on tient à doser avec exactitude les produits de queue

dans l'alcool d'industrie, qui renferme en même temps des produits de tête, on pourra transformer préalablement ces derniers à l'aide de l'amalgame de sodium, puis procéder comme il a été dit.

» Le procédé, comme toute méthode analogue, ne peut être appliqué directement aux vins et aux autres spiritueux qui renferment, soit naturellement, soit artificiellement, des substances capables de masquer la réaction que j'ai signalée. Mais on peut toujours arriver à un résultat pratique, en soumettant ces liquides à la distillation et en étudiant à part les liquides recueillis au début et à la fin de l'opération. On recherchera les produits de tête dans les premiers et les produits de queue dans les seconds.

» Telle est la méthode nouvelle, que je signale comme permettant l'analyse rapide des alcools d'industrie ; car je puis affirmer que tout alcool qui, soumis à la réaction ci-dessus, reste incolore à froid, aussitôt après l'addition de l'acide, et se colore seulement en jaune clair après ébullition, peut être considéré comme de l'alcool éthylique chimiquement pur. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la formation des acides organiques, des matières organiques azotées et du nitrate de potasse, dans les différentes parties de la betterave en végétation de première année, par l'absorption par les radicules des bicarbonates de potasse, de chaux et d'ammoniaque.* Note de M. **H. Leplay.**

« J'ai présenté à l'Académie, dans la séance du 31 mai 1886 (1) une Note dans laquelle je démontrais expérimentalement que les bases, potasse et chaux, contenues dans le sol à l'état de bicarbonates, sont absorbées par les radicules de la betterave pendant sa végétation et qu'elles se retrouvent dans les racines et dans les feuilles en combinaison avec des acides organiques, comme je l'ai indiqué précédemment dans plusieurs Mémoires présentés à l'Académie pendant l'année 1882 (2).

» J'ai répété, en 1887, ces mêmes expériences, en opérant dans les mêmes conditions, c'est-à-dire en semant des graines de betterave à sucre dans du sable de Fontainebleau préalablement chauffé au rouge, pour le priver de

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1254, 31 mai 1886.

(2) *Ibid.*, 13 et 20 novembre 1882.

toute matière organique. Après le refroidissement, on y a mélangé, pour 100 parties, une partie de phosphate de chaux et une partie de sulfate de chaux; puis il a été arrosé pendant tout le temps de la germination et de la végétation des betteraves, avec de l'eau distillée tenant en dissolution pour 1000^{gr} : $0^{gr},1$ de bicarbonate de potasse, $0^{gr},1$ de bicarbonate d'ammoniaque, 100^{cc} d'eau saturée de sulfate de chaux et 100^{cc} d'eau saturée d'acide carbonique. Le tout a été maintenu à l'air libre, mais à l'abri de la pluie.

» Les arrosages ont eu lieu tous les jours, de telle sorte que les radicules des betteraves, à mesure de leur développement, se sont constamment trouvées dans un milieu humide, contenant en dissolution des bicarbonates de potasse, de chaux et d'ammoniaque.

» Mon but, en faisant cette deuxième expérience, était d'étudier à nouveau la formation des acides organiques en combinaison avec les bases, potasse et chaux; de rechercher et de doser l'azote sous les différentes formes d'ammoniaque, de matières organiques azotées et de nitrate de potasse, dans les différentes parties de la betterave en végétation, racines et feuilles.

» Les graines de betteraves ont été ensemencées le 26 mai; les betteraves ont été récoltées le 14 octobre suivant, soit après cent quarante-trois jours. La végétation a présenté les caractères indiqués dans ma Note de 1886. Les mêmes moyens d'analyse ont été employés.

» Les betteraves récoltées étaient au nombre de 100. Après avoir été bien nettoyées, elles ont été analysées comparativement avec les graines du même lot; tous les nombres obtenus ont été ramenés à 100 graines et aux 100 betteraves récoltées. Le Tableau suivant résume les résultats fournis par ces analyses :

Composants.	Dans les graines avant l'ensemencement.	Dans les betteraves récoltées.			Produit de la végétation dans les racines et les feuilles réunies pour 1 dans les graines.
		Dans les racines.	Dans les feuilles.	Dans les racines et les feuilles réunies.	
	gr	gr	gr	gr	
Avant dessiccation.....	1,949	20,000	127,770	147,770	75,70
Eau..................	0,225	16,660	114,440	131,100	582,00
Matière sèche.........	1,724	3,340	13,330	16,670	9,66
Azote ammoniacal.....	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
Azote organ. et nitrique.	0,0363	0,050	0,3612	0,4112	11,32
Azote organique.......	0,0345	»	0,3313	»	»
Azote nitrique........	0,0018	»	0,298	»	16,50

Composants.	Dans les graines avant l'ensemencement.	Dans les betteraves récoltées. Dans les racines.	Dans les feuilles.	Dans les racines et les feuilles réunies.	Produit de la végétation dans les racines et les feuilles réunies pour 1 dans les graines.
	gr	gr	gr	gr	
Potasse à l'état de carbonate	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00
Chaux à l'état de carbonate	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00
Potasse en combinaison avec des acides organ.	1°,090 (1)	2°,638	17°,460	20°,098	18°,43
Chaux en combinaison avec des acides organ.	0°,930	3°,106	13°,990	17°,096	18°,38

» Il résulte des nombres groupés dans ce Tableau que, pour 1 de chacun des composants contenus dans les graines de betteraves ensemencées, il a été produit, en poids, dans la totalité de la récolte de betteraves :

Dans l'ensemble de la récolte, racines et feuilles réunies. .	74,70
En eau.	581,00
En matière sèche.	8,66
En azote organique et nitrique réunis.	10,32
En azote nitrique dosé seulement dans les feuilles.	15,50
En potasse en combinaison avec des acides organiques. . . .	17,43
En chaux en combinaison avec des acides organiques.	17,38

» Les betteraves récoltées ne contenaient pas de potasse, de chaux et d'ammoniaque, soit libres, soit combinées à l'acide carbonique.

» Les bicarbonates de potasse, de chaux et d'ammoniaque absorbés par les radicules de la betterave, pendant sa végétation, se retrouvent donc à l'état de matières organiques azotées, de nitrate de potasse, et de sels de potasse et de chaux à acides organiques dans les différentes parties de la betterave en végétation, c'est-à-dire dans les racines et dans les feuilles. »

(1) Chaque degré représente la quantité de base pouvant saturer $0^{gr},05$ d'acide sulfurique SO^3HO.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence qu'exercent les substances antipyrétiques, et en particulier l'antipyrine, sur la teneur du foie en glycogène.* Note de MM. **R. Lépine** et **Porteret**, présentée par M. Brown-Séquard.

« L'un de nous a remarqué autrefois que, dans certaines conditions au moins, l'acétanilide paraît à la fois augmenter la dénutrition des matières azotées et diminuer la production de chaleur (1). Il y avait, dès lors, lieu de se demander si, sous l'influence des substances antipyrétiques, la consommation des matières ternaires n'était pas restreinte, et, parmi ces dernières, on devait tout d'abord avoir en vue le glycogène hépatique. Tel a été le point de départ de nos recherches.

» Toutes nos expériences ont été faites sur le cobaye. Nous avons eu, en premier lieu, à déterminer la quantité de glycogène qui existe normalement dans le foie de cet animal.

» Cette quantité est assez variable : non seulement elle est en rapport avec l'âge de l'animal, avec la nature de son alimentation, etc., mais elle diffère d'une manière sensible chez des animaux de même poids et de la même portée, paraissant dans des conditions semblables d'alimentation. Ces variations sont produites soit par une proportion centésimale variable du glycogène, soit par des différences de poids du foie des animaux. Aussi ne suffit-il pas de doser le glycogène comparativement sur *un* animal témoin et sur *un* animal en apparence semblable et soumis à l'action d'un antipyrétique : pour être à l'abri d'erreurs, il est nécessaire d'opérer sur deux lots, chacun de plusieurs animaux; de soumettre tous les animaux d'un lot à l'action d'un antipyrétique et de prendre la *moyenne* des quantités de glycogène de l'un et de l'autre lot.

» En procédant de cette manière, les résultats sont de la plus grande netteté : sous l'influence des antipyrétiques et notamment de l'antipyrine [avec laquelle nous avons fait le plus grand nombre de nos expériences (2), vu son peu de toxicité, à la dose de $0^{gr},10$ à $0^{gr},20$ par kilogramme], on

(1) *Revue de Médecine*, p. 310 et 521; 1887.

(2) Nous avons aussi expérimenté avec l'acétanilide, le sulfate de quinone et le salicylate de soude.

trouve, *au moins, un cinquième en plus* de glycogène hépatique par kilogramme d'animal.

» Quant à la proportion relative de sucre hépatique, elle est en général sous l'influence des antipyrétiques, un peu diminuée ([1]).

» Ainsi, *les antipyrétiques mettent obstacle à la transformation du glycogène en sucre*. Ce résultat est en parfaite harmonie avec la notion de la relation existant entre la consommation de glycose et la production de chaleur, si bien mise en lumière par les récents travaux de M. Chauveau.

» L'un de nous a dit le premier que l'antipyrine ([2]) et tous les antipyrétiques ([3]) sont des *nervins*, proposition qui a été depuis confirmée par plusieurs médecins et qui paraît généralement acceptée. En conséquence, nous nous sommes posé la question de savoir si l'arrêt de la transformation du glycogène causé par les antipyrétiques dépend exclusivement d'une action nerveuse ou peut être en partie le résultat d'une action directe sur le parenchyme hépatique. L'expérience suivante répond à cette question :

» Nous avons pris un très gros foie, très riche en glycogène, et nous l'avons, dès son extraction de l'abdomen, divisé en deux moitiés. Chacune d'elles, finement broyée, a macéré près de quatre heures, à la température du laboratoire, la moitié A dans de l'eau pure et la moitié B dans une solution concentrée d'antipyrine ; puis, au bout du temps susindiqué, on a fait bouillir l'une et l'autre et dosé le sucre et le glycogène. Or, dans la moitié B, il y avait *moins de sucre* et *davantage de glycogène*.

» Ainsi l'action d'arrêt de l'antipyrine s'exerce, *en partie*, directement sur la cellule hépatique. Ce dernier résultat ne saurait surprendre ; on savait déjà qu'il en est de même avec la quinine, M. Binz ayant en effet montré que, chez un chien intoxiqué par la quinine, le développement de chaleur *post mortem*, c'est-à-dire après la cessation des actions nerveuses, est entravé.

» Dans une prochaine Note, nous étudierons l'action des antipyrétiques sur le glycogène musculaire.

» En terminant, nous ferons remarquer que la question traitée dans cette Note n'a qu'une relation fort lointaine avec celle qui a fait l'objet d'une

---

([1]) Dans toutes nos expériences, nous avons précipité le foie dans l'eau bouillante dès son extraction de l'abdomen, et celle-ci était faite l'animal vivant encore.

([2]) *Lyon médical*, 15 août 1886.

([3]) *Revue de Médecine*, p. 529; 1887.

intéressante Note de MM. Brouardel et Loye et qui est relative à la conservation *in vitro* du sucre du sang sous l'influence de l'antipyrine. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Expériences sur les fonctions motrices du cerveau.* Note de M. EUGÈNE DUPUY, présentée par M. Brown-Séquard.

« Depuis 1873 [1], j'ai vu que l'irritation électrique d'un lambeau de la dure-mère cranienne, au-dessus des parties pariétales des hémisphères cérébraux, donne lieu à des mouvements musculaires bien différenciés dans les membres des animaux qui sont les sujets de l'expérience. D'autres observateurs ont même vu depuis que des irritations mécaniques de cette membrane [2] peuvent aussi être suivies de mouvements musculaires. J'ai eu l'occasion de m'assurer que ces résultats sont constants quand l'animal sur lequel on expérimente n'est pas dans un état d'anesthésie incompatible avec les manifestations de la vie animale et qu'il n'a pas perdu trop de sang.

» En reprenant ces expériences dernièrement, j'ai trouvé que la section cruciale et le renversement des lambeaux de la dure-mère qui couvre la partie pariétale, surtout, du cerveau chez le lapin et le chien donne lieu à un état bien marqué de parésie dans les membres du côté opposé et quelquefois du côté correspondant au siège de la lésion expérimentale, mais constamment dans les muscles de la face du côté même de la lésion. C'est à la face surtout que ce trouble moteur est bien marqué. La paupière inférieure devient pendante et forme une anse qui laisse voir la conjonctive exposée; la narine est plus rapprochée de la lèvre supérieure, laquelle est pendante, et la ligne médiane entre les lèvres est tirée du côté opposé. La sensibilité paraît accrue dans ce côté de la face, aussi bien que dans les autres parties du corps qui sont le siège de la paralysie.

» Je n'ai pu m'assurer assez exactement s'il y avait des altérations de la température. Cet état peut persister. Il cesse cependant assez rapidement lorsqu'on irrite à l'aide d'un courant induit relativement faible (supportable à la pointe de la langue) la dure-mère dans une partie quelconque du siège de la lésion.

---

(1) *Examen de quelques points de la physiologie du cerveau* (*Thèse inaugurale*, Paris, 1873).

(2) M. Bochefontaine.

» Il arrive aussi qu'une seconde opération pareille à la première, mais faite sur la dure-mère de l'autre hémisphère cérébral, a le même résultat que l'irritation faradique dont il est parlé plus haut, c'est-à-dire fait disparaître les troubles moteurs qui ont suivi la première section.

» J'avais déjà vu des faits analogues à la suite de lésions des circonvolutions elles-mêmes, et ces faits ont été rapportés à la Section de Médecine psychologique de l'Association médicale britannique d'Édimbourg, en 1875.

» On peut, en s'y prenant convenablement, enlever la calotte cranienne d'un côté seulement sur un animal (chien, chat, singe) et exposer la dure-mère en ayant soin de ne point la percer; elle est alors distendue par le liquide céphalo-rachidien qui la tient écartée de la surface des circonvolutions par un espace de près de deux millimètres qu'occupe le liquide. Un courant faradique (tolérable à la pointe de la langue) appliqué sur cette dure-mère, en des points toujours les mêmes pour les mêmes réactions obtenues, fait naître des mouvements musculaires semblables à ceux que l'on observe à la suite de l'application du courant faradique aux centres dits *psychomoteurs* des circonvolutions cérébrales, comme on les connaît depuis les mémorables recherches de Fritsch et Hitzig et celles de Ferrier, à savoir :

» 1° La rétraction de l'avant-bras (patte) du côté opposé, avec flexion du carpe (quelquefois aussi des mouvements analogues dans le membre postérieur correspondant); 2° occlusion de l'œil et élévation de la lèvre supérieure; 3° rétraction de l'oreille du côté opposé; 4° rotation de la tête du côté correspondant.

» On voit que les résultats de cette dernière expérience sont tout à fait semblables à ceux que j'ai obtenus déjà en 1874 et que M. le professeur Burdon-Sanderson a étudiés avec une rare précision et que, après lui, d'autres expérimentateurs ont vu survenir lorsqu'on applique un courant faradique faible sur une surface de section de la capsule interne : ce qui, du reste, est identique avec ce que l'on voit se produire à la suite de l'application d'un courant faradique aux points dits *psychomoteurs* de l'écorce cérébrale autour du sillon crucial du cerveau du chien, du chat, du singe et d'autres animaux, comme on le sait.

» Si, dans ces dernières expériences, on peut objecter que les parties de la capsule interne où l'on applique le courant électrique sont les surfaces de section des fibres qui viennent précisément des cellules de l'écorce où sont les points psychomoteurs, et que, par conséquent, on a les mêmes

résultats que si l'on irritait les parties centrales cellulaires d'où ces fibres tirent leur origine, on ferait d'abord une pétition de principe puisqu'il s'agit justement d'établir que la couche corticale contient des centres psychomoteurs. Mais, d'ailleurs, l'objection n'a plus de valeur du tout lorsqu'il s'agit de l'expérience où l'application du courant électrique a porté sur la dure-mère, comme je l'ai rapporté plus haut, où l'on voit cette membrane intacte et distendue par le liquide céphalo-rachidien qui la tient éloignée des centres dits *psychomoteurs;* ou bien, sectionnée simplement, donner lieu à des paralysies bien différenciées, ou, irritée électriquement, faire disparaître ces mêmes paralysies.

» Les résultats d'expériences rapportés dans le présent travail, où l'on voit l'excitation de la dure-mère faire disparaître des troubles moteurs provoqués par une simple section préalable et surtout où l'on voit aussi une seconde opération pareille à la première, mais faite sur la dure-mère de l'autre hémisphère cérébral, annuler les effets de la première opération, paraissent ne pouvoir pas être compris dans la théorie qui a cours actuellement dans la Science pour expliquer le mode de production des mouvements ou des paralysies d'origine cérébrale. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Pseudo-tuberculose bacillaire.* Note de M. L. **Dor**, présentée par M. A. Chauveau.

« MM. Charrin et Roger ont communiqué à l'Académie, dans la séance du 19 mars, une Note relative à une affection pseudo-tuberculeuse des lapins et des cobayes; nous avons eu l'occasion d'observer la même maladie et nous désirons faire connaître les résultats auxquels nous sommes arrivé sans avoir eu connaissance des expériences de MM. Charrin et Roger.

» C'est à la suite de cas spontanés, survenus d'avril à juillet 1887, que nous avons fait nos recherches. Nous avons fait trente autopsies, parmi lesquelles s'en trouvent dix de lapins morts spontanément, quinze de lapins, trois de cobayes et deux de rats blancs décédés après inoculation.

» Les jeunes lapins succombent dans un délai de quinze jours à trois semaines, tandis que les lapins et cobayes adultes peuvent guérir après avoir présenté des symptômes manifestes de l'affection.

» C'est une maladie infectieuse à rapprocher de la tuberculose et de l'infection purulente; elle est caractérisée par :

» 1° Une tumeur, souvent abcédée, siégeant au point d'inoculation;

lorsque la maladie paraît spontanée, on trouve cette tumeur dans la langue ou dans la paroi interne de la bouche;

» 2° Une adénopathie qui est inguinale lorsque l'inoculation a été faite dans une patte postérieure, et cervicale lorsque l'abcès primitif siège dans la bouche;

» 3° De nombreuses granulations métastatiques, de consistance caséeuse, qui ressemblent soit à des tubercules arrondis, soit à une multitude de nodules irréguliers ayant l'aspect de choux-fleurs. Ces nodules varient du volume d'un grain de mil à celui d'un gros pois. Ils siègent toujours en grande abondance dans la rate, qui est au moins doublée de volume; généralement dans le foie; dans un tiers des cas, dans les reins; dans un cinquième des cas, dans les poumons et dans le tissu du myocarde; nous en avons trouvé deux fois dans le cerveau.

» Nous avons noté deux péritonites : une fois le mésentère et les épiploons étaient criblés de petits noyaux ressemblant à une généralisation de cancer ou de tuberculose; une fois nous avons rencontré une péricardite avec symphyse et hypertrophie du péricarde; une fois une arthrite du genou avec tissu lardacé et destruction du cartilage; enfin, souvent nous avons constaté une leucocytose qui, une fois, a atteint la proportion de 1 globule blanc pour 10 globules rouges; dans ces cas, la rate n'était pas notablement hypertrophiée, mais elle était criblée de nodules.

» L'examen microscopique a démontré que l'affection ne pouvait être considérée ni comme un sarcome généralisé, ni comme une tuberculose, ni comme une leucocythémie, ni comme une infection purulente; les nodules métastatiques sont constitués par une agglomération de leucocytes ayant subi une fermentation de nature spéciale : c'est ce que M. le professeur agrégé Bard nous a affirmé après avoir vu nos préparations; ces nodules se colorent vivement par le carmin, ils ne sont pas bien délimités sur leurs bords.

» Nous avons trouvé un bacille qui, dans le bouillon, prend la forme de chaînettes : c'est un strepto-bacille; il ne liquéfie pas la gélatine, sur laquelle il donne des colonies constituées par de toutes petites aires circulaires entourées d'une auréole due à un précipité louche de la gélatine; entre l'auréole et la colonie se trouve une zone claire; à l'examen microscopique la colonie a des expansions villeuses. Ce bacille se développe avec une très grande rapidité sur la pomme de terre; on constate alors dans chaque bacille une spore terminale.

» Nous pensons que ce bacille est le même que celui qu'ont décrit

MM. Charrin et Roger; malheureusement, sur dix expériences d'inoculation faites en nous entourant de toutes les précautions nécessaires, nous n'avons jamais reproduit la maladie, tandis que nous reproduisions facilement celle-ci en inoculant directement le suc des nodules métastatiques. Cela tient peut-être à ce que nous nous sommes toujours servi de troisièmes cultures pour pratiquer nos inoculations; nous cherchions à avoir une culture plus pure, peut-être avons-nous eu une culture atténuée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Les Pélécypodes (ou Lamellibranches) sans branchies.* Note de M. **Paul Pelseneer**.

« En 1886, un malacologiste américain, M. Dall, demanda (*Nature*, vol. XXXIV, p. 122) que l'on contrôlât, sur des spécimens européens, des faits qu'il avait observés dans l'organisation du genre *Cuspidaria* (*Neæra*) : il pensait que celui-ci n'avait ni branchies, ni palpes labiaux. La réserve avec laquelle il annonçait ces particularités provenait de ce que ses observations avaient été faites sur des spécimens imparfaitement conservés. Depuis cette époque, aucune réponse n'a été donnée à la Note de M. Dall.

» J'ai pu étudier, cette année, quatre espèces de *Cuspidaria* et, à l'aide de ces matériaux, dissiper les doutes qui existent au sujet des branchies de ce genre.

» I. Le genre *Cuspidaria* ne possède aucune branchie comparable à celle des autres Pélécypodes. Lorsqu'on ouvre le manteau d'un animal de ce genre, on se trouve en présence d'une surface musculaire, qui a été considérée par Dall comme la paroi du corps.

» Or, cette surface musculaire est une cloison qui sépare, dans la cavité palléale, deux chambres distinctes, dorsale et ventrale. En effet, cette cloison, traversée par le pied, s'étend d'un adducteur à l'autre et est joint au manteau, de chaque côté, par une membrane qui la continue sur toute sa longueur; en outre, elle se réunit postérieurement à la cloison séparant les deux siphons. Les deux chambres palléales sont ainsi entièrement séparées.

» Dans la chambre dorsale, se trouve la masse viscérale, qui ne la remplit pas entièrement. Entre cette dernière et le manteau, il n'y a absolument rien qui corresponde à une branchie.

» Quant aux palpes labiaux, ils sont présents, mais fort petits.

» II. L'étude des genres voisins, *Lyonsiella, Poromya* et *Silenia*, m'a amené à ce résultat inattendu, que la cloison musculaire qui sépare les deux chambres palléales du genre *Cuspidaria* n'est autre chose que les branchies transformées. En effet :

» A. Dans la *Lyonsiella abyssicola*, les branchies sont unies au manteau sur toute leur longueur, soudées entre elles en arrière du pied, puis jointes à la séparation des deux siphons. Elles forment ainsi deux grandes chambres palléales correspondant exactement aux deux chambres des *Cuspidaria*, et, comme dans ce dernier genre, la masse viscérale ne remplit pas entièrement la chambre dorsale.

» Nous avons donc ici le point de départ de la disposition étrange qui caractérise le genre *Cuspidaria*.

» Mais, dans le genre *Lyonsiella*, la structure des branchies s'est conservée, et les lamelles branchiales couvrent la cloison, depuis l'adducteur antérieur jusqu'à la séparation des siphons.

» B. Un premier stade de réduction s'observe chez les *Poromya* (le spécimen de *P. granulata* que j'ai étudié m'a été gracieusement envoyé de Naples par le professeur Dohrn). Nous y trouvons une cloison toute pareille à celle des *Lyonsiella*, quant à la disposition et aux rapports, mais cette cloison est déjà devenue musculaire ; elle a cependant conservé, de chaque côté, deux groupes de lamelles branchiales, séparées l'une de l'autre par des fentes qui font communiquer les deux chambres palléales.

» C. La réduction est encore plus grande dans le genre *Silenia*, qui possède aussi la même cloison que les genres précédents, mais les lamelles branchiales y ont disparu ; cependant, les fentes qui se trouvaient entre elles, chez les *Poromya*, ont persisté et se trouvent réunies, de chaque côté, en trois groupes séparés.

» D. Enfin, le genre *Cuspidaria* nous montre la réduction poussée à l'extrême. La surface de la cloison est tout à fait uniforme ; mais, en y regardant bien attentivement, on voit, de chaque côté, quatre petits orifices séparés, restes des trois groupes du genre *Silenia*. Les quatre espèces étudiées, *C. rostrata* Spengler, *C. curta* Jeffreys, *C. fragilissima* Smith, et *C. platensis* Smith, sont toutes pareilles sous ce rapport.

» III. Le genre *Lyonsiella* ci-dessus appartient au groupe *Anatinacea*. C'est aussi dans ce groupe que l'on range les trois autres genres, *Poromya*, *Silenia* et *Cuspidaria*. Mais ceux-ci y constituent (peut-être avec d'autres dont l'organisation n'a pas encore été étudiée) un sous-groupe tout différent des autres Pélécypodes avec lesquels on les a classés.

» En effet, ces derniers (*Anatinacea sensu stricto*) sont de vrais Lamellibranches, c'est-à-dire qu'ils possèdent des branchies à structure typique normale. Au contraire, chez les *Poromya*, *Silenia* et *Cuspidaria*, les branchies se sont entièrement transformées dans leur structure et dans leur aspect : elles constituent une cloison musculaire, traversée par le pied et divisant la cavité palléale en deux chambres, dorsale et ventrale, entièrement séparées.

» Tel est, en effet, le caractère commun des trois genres ci-dessus, caractère unique parmi tous les Pélécypodes connus. Je propose, en conséquence, le nom de *Septibranchia* pour le sous-groupe formé par ces trois genres.

» IV. On peut caractériser et distinguer ces derniers de la façon suivante :

» 1. Cloison branchiale présentant des orifices réunis en groupes :
» A. Deux groupes d'orifices, de chaque côté : *Poromya;*
» B. Trois groupes d'orifices, de chaque côté : *Silenia;*
» 2. Cloison présentant quatre paires d'orifices séparés : *Cuspidaria.*

» Pour les deux premiers genres, on peut parfaitement employer le nom familial *Poromyidæ*, créé par Dall; pour le troisième, il faut former une famille spéciale, *Cuspidariidæ*, du même auteur.

» Quant au groupement des *Septibranchia*, suivant les relations phylogénétiques qu'ils présentent entre eux et avec le genre le plus voisin, on peut l'exprimer en plaçant ces formes sur une même ligne droite, dans l'ordre suivant : *Lyonsiella, Poromya, Silenia, Cuspidaria.*

» Nous avons montré, en effet, que ces différentes formes constituent, au point de vue de l'appareil branchial, des stades successifs de régression, et que, parmi ceux-ci, le genre *Lyonsiella* est le plus primitif, tandis que le plus spécialisé est représenté par le genre *Cuspidaria.* »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la syénite éléolithique de Pouzac (Hautes-Pyrénées).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« La *syénite éléolithique* a été signalée, pour la première fois, à Pouzac (Hautes-Pyrénées), par M. V. Goldschmidt (¹). J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats sommaires de l'étude pétrographique de cette roche. Je suis redevable à M. Frossard, bien connu de ceux qui s'intéressent aux choses des Pyrénées, et à M. Goguel de nombreux échantillons de cette syénite.

» A l'œil nu, on peut voir des cristaux d'amphibole et de sphène disséminés dans une masse feldspathique blanche, d'où se détachent en gris

(¹) *Ueber Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung bei mineralogischen und petrographischen Untersuchungen* [*Neues Jahrb. f. Miner. Beilage, Bd. I* (1881), p. 217].

ou en rosâtre de petites plages à éclat gras de néphéline (éléolithe). L'examen pétrographique permet d'y distinguer les éléments suivants :

» L'*apatite* est englobée par tous les éléments de la roche : elle renferme fréquemment de nombreuses inclusions noires extrêmement fines. Le *sphène* atteint parfois plusieurs millimètres, il est d'un beau jaune et constitue des cristaux bien distincts. La *magnétite* et l'*ilménite* sont assez abondants, et se groupent parfois autour de l'amphibole.

» *Låvénite*. — La présence de ce minéral dans la syénite de Pouzac est un fait qui méritait d'être signalé. Décrit par Brogger dans la syénite éléolithique de Lavö (Norvège), ce silicozirconate de soude et de chaux a été retrouvé depuis au Brésil, dans l'Afrique occidentale, aux Açores, dans des gisements analogues. Les échantillons de ces dernières localités, que j'ai eus entre les mains, sont en tous points semblables à ceux qui sont étudiés dans cette Note. La låvénite est très irrégulièrement répartie dans la roche. Ses cristaux monocliniques sont allongés suivant l'arête $h^1 g^1$ (100) (010) : ils possèdent un clivage facile et une macle suivant h^1 (100) fréquemment polysynthétique. La bissectrice négative n_p fait dans g^1 (010) un angle d'environ 20° avec h^1 (100). L'angle des axes optiques est très grand. Assez souvent zonés, les cristaux possèdent un polychroïsme variable dans les teintes jaunes et brunes avec minimum d'absorption suivant n_p; la biréfringence maximum $n_g - n_p$ est voisine de 0,03. La låvénite est de formation très ancienne : on la trouve incluse dans les feldspaths et les bisilicates. Grâce à sa grande densité, elle reste avec le sphène et le grenat, lorsqu'on traite par l'électro-aimant les minéraux lourds séparés par les liqueurs denses.

» *Pyroxène*. — Le pyroxène est vert, légèrement polychroïque en lames minces avec n_g = brun verdâtre, n_m = brun clair, n_p = jaune verdâtre; les extinctions dans g^1 (010) se font à environ 39° : jamais intact, il est toujours entouré par l'amphibole d'ouralitisation.

» *Amphibole* (*arfvedsonite*). — Il existe deux variétés d'amphibole, l'une brune, l'autre verte, passant par des graduations insensibles de l'une à l'autre : elles renferment une forte teneur en soude et appartiennent au groupe de l'arfvedsonite. Les cristaux sont très allongés suivant $h^1 g^1$ (100) (010) : maclés suivant h^1 (100) et groupés en croix ou en éventail.

» L'amphibole brune occupe d'ordinaire le centre de l'assemblage. Le polychroïsme est net dans les deux variétés; les teintes suivant n_p sont très voisines dans ces deux amphiboles (jaune brun et jaune verdâtre): $n_m > n_g > n_p$; n_m et n_g étant verts dans une des variétés, et brun rouge

plus ou moins foncé dans l'autre. Les angles d'extinction sont peu différents dans ces deux amphiboles et voisins de 15° dans la face g^1(010).

» *Biotite.* — La biotite est de formation postérieure aux minéraux énumérés plus haut : elle possède un polychroïsme intense : suivant n_g, vert foncé, presque noir; suivant n_p, vert jaunâtre ou jaune d'or.

» *Feldspaths.* — Les feldspaths forment en quelque sorte la trame de la roche, laissant entre eux des cavités polyédriques que remplissent l'éléolithe, la sodalite et les produits secondaires. Ils sont constitués par un mélange d'*orthose*, d'*anorthose* et d'un feldspath du groupe de l'*oligoclase :* ils sont fréquemment creusés de cavités remplies de sodalite.

» *Néphéline et sodalite.* — Dans les intervalles laissés entre eux par les cristaux de feldspaths, ont cristallisé la néphéline et la sodalite. La première constituant des plaques irrégulières avec clivages prismatiques très nets, dans lesquels se glissent les produits secondaires (*damourite sodique*, calcite, etc.); la seconde en plaques isotropes sans forme distincte ou en rhombododécaèdres.

» *Grenat.* — Les cavités de la roche sont, en outre, très souvent remplies par un grenat présentant d'intéressantes anomalies optiques. Ce minéral se forme également entre les clivages de la néphéline. Sa biréfringence maximum est d'environ 0,007. Bien qu'il soit difficile, dans des sections d'orientation quelconque, de se rendre un compte exact du type auquel se rapportent les anomalies optiques si remarquables de ce grenat, il semble que l'on se trouve ici en présence du type offert par l'ouwarowite, c'est-à-dire celui dans lequel l'assemblage cristallin est formé par douze pyramides orthorhombiques hémimorphes ayant pour base b^1(110) et leur sommet au centre du cristal. On constate assez aisément que dans les sections losangiques [b^1(110)] le plan des axes optiques est parallèle à la bissectrice de l'angle aigu du losange; la bissectrice est négative n_p et perpendiculaire à ces mêmes faces b^1(110). — 2V est voisin de 45°.

» *Damourite.* — Dans les échantillons altérés de la roche, la néphéline, la sodalite et parfois les feldspaths renferment des paillettes d'un mica blanc hydraté à deux axes presque réunis autour d'une bissectrice négative ; ce mica est caractérisé par l'abondance de la soude, la rareté ou l'absence de la magnésie ; il constitue une variété sodique de *damourite*.

» *Mésotype.* — L'éléolithe et la sodalite sont parfois épigénisées par de la mésotype formant, en général, de petits sphérolithes ou rosettes, rappelant les variétés (*bergmannite*) que l'on rencontre dans de semblables conditions au milieu de la syénite éléolithique de Norvège.

» A ces produits secondaires il y a lieu d'ajouter l'épidote (1), la chlorite (pennine), la calcite, la pyrite et, très vraisemblablement, la cancrinite et l'ægyrine, que je n'ai pu encore caractériser d'une façon suffisante. Lorsque la roche tombe en décomposition (sablière de Pouzac), on rencontre alors d'autres minéraux, et parmi eux la *leuchtenbergite* (chlorite de Mauléon), qui seront l'objet d'une étude spéciale.

» En résumé, la composition de la roche est la suivante :

» I. Apatite, sphène, låvénite, magnétite, ilménite; — pyroxène, amphiboles (arfvedsonite), biotite; — oligoclase, anorthose, orthose.

» II. Néphéline et sodalite.

» III. Grenat, amphibole (d'ouralitisation), mésotype, damourite, épidote, calcite, chlorite, pyrite (2). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le déplacement des grands centres d'action de l'atmosphère.* Note de M. le général **Alexis de Tillo.**

« Saint-Pétersbourg, 16/28 mars 1888.

» Au niveau de la mer, pour l'hémisphère boréal, les Cartes des isobares moyennes pour les mois de janvier et juillet indiquent quatre grands centres d'action atmosphérique, que je désignerai sous les noms de *pacifique*, *américain*, *atlantique* et *asiatique*.

» D'après les dernières Cartes générales de MM. L. Teisserenc de Bort et J. Hann, la pression barométrique de ces grands centres est à peu près identique; leur latitude est aussi assez concordante, à l'exception des minima de juillet. Pour rendre compte de ces données, j'ai composé le Tableau suivant :

	Janvier.				Juillet.			
	Pression barom.		Latitude Nord.		Pression barom.		Latitude Nord.	
Centres d'action.	T. de Bort.	J. Hann.	T. de Bort.	J. Hann.	T. de Bort.	J. Hann.	T. de Bort.	J. Hann.
	mm	mm	°	°	mm	mm	°	°
Pacifique	752	752	54	50	770	768	37	37
Amérique du Nord	768	768	41	45	756	758	40	20
Atlantique	746	746	61	63	768	766	37	36
Asie	780	778	53	56	748	748	26	32
Latitude moyenne des centres		Janvier :	52	53		Juillet :	35	31

(1) M. Des Cloizeaux a trouvé autrefois les formes suivantes : m, h^1, a^2, a^1, $b^{\frac{1}{2}}$, $b^{\frac{1}{4}}$ sur un cristal trouvé par M. Frossard.

(2) Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France.

» On voit, d'après ce Tableau, que les centres d'action se trouvent, dans l'hémisphère boréal, à la latitude moyenne de 53° au mois de janvier et de 33° au mois de juillet. Il y a donc déplacement de 20° de latitude entre ces mois extrêmes.

» Ces centres peuvent être envisagés comme cyclones et anticyclones moyens de l'hémisphère boréal. A défaut de Cartes isobariques pour tous les mois de l'année (les Cartes de Buchan n'étant pas assez précises), nous ne sommes pas en état de tracer la marche des centres à travers les mois intermédiaires.

» Mais nous prétendons que les cyclones et les anticyclones moyens se déplacent de la manière suivante :

	Janvier-Juillet.	Juillet-Janvier.
1er cyclone....	Du Pacifique dans l'Amérique du Nord	De l'Amérique du Nord dans l'Atlantique
2e cyclone	De l'Atlantique dans l'Asie	De l'Asie dans le Pacifique
1er anticyclone.	De l'Amérique du Nord dans l'Atlantique	De l'Atlantique dans l'Asie
2e anticyclone.	De l'Asie dans le Pacifique	Du Pacifique dans l'Amérique du Nord

» En admettant un pareil déplacement, j'ai mesuré que l'angle moyen de la direction *initiale* pour les centres d'action du mois de janvier est égale à 110° N.-E., et pour ceux du mois de juillet à 70° N.-E., ce qui donne en moyenne 90° N.-E., c'est-à-dire que les déplacements généraux des cyclones et anticyclones moyens de l'hémisphère boréal, entre les latitudes 20° et 65°, s'effectuent dans la direction de l'Est. »

M. **J. Luvini** adresse, de Turin, par l'entremise de M. Faye, une Note concernant les cyclones et les trombes.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 mars 1888.

Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel; premier fascicule. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888; br. in-4°. (Présenté par M. Mouchez.)

Collection des anciens alchimistes grecs; par M. BERTHELOT, avec la collaboration de CH.-EM. RUELLE; seconde livraison, comprenant les *Œuvres de Zosime*. Paris, G. Steinheil, 1888; 1 vol. in-4°.

Annuaire de la Société météorologique de France; 35e année, 1887, octobre-novembre. Paris, Gauthier-Villars; br. gr. in-8°.

Les orages dans la péninsule Scandinave; par H. MOHN et H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Upsal, Edv. Berling, 1888; br. in-4°.

Physique; par C.-M. GARIEL. Paris, Baudry et Cie, 1888; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Exploration scientifique de la Tunisie. — Rapport sur une mission botanique exécutée en 1884 *dans le nord, le sud et l'ouest de la Tunisie; par* A. LETOURNEUX. Paris, Imprimerie nationale, 1887; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Cosson.)

Excursions zoologiques dans les îles de Fayal et de San Miguel (Açores); par JULES DE GUERNE (3e année des campagnes scientifiques de l'*Hirondelle*). Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Exploration du Sahara; par K***. Paris, L. Baudoin et Cie, 1888; br. in-8°.

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1888. Paris, Berger-Levrault et Cie; vol. in-8°.

La Chirurgie journalière. — Leçons de Clinique chirurgicale; par ARMAND DESPRÉS. Paris, J.-B. Baillière et Cie, 1887; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

La Bourboule actuelle; par le Dr AD. NICOLAS. Paris, G. Masson, 1888; 1 vol. pet. in-4°.

La cocaïne en Chirurgie dentaire. Recherches expérimentales; par A. PRÉTERRE. Paris, J.-B. Baillière et Cie, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, etc., de Poitiers; bulletins de mars à décembre 1887. Poitiers, Oudin, 1887; 5 br. in-8°.

Balistique rationnelle et balistique pratique. — Nouvelle méthode pour résoudre les problèmes du tir; par F. SIACCI. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1881; br. in-8°.

Un procédé d'intégration des formules balistiques; par F. SIACCI. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1886; br. in-8°.

Siacci's Method of solving trajectories and problems in ballistics; by A. G. GREENHILL and A. G. HADCOCK. Woolwich, printed at the Artillery institution, 1887; br. in-8°.

Sugli angoli di massima gittata. Nota del Socio Francesco Siacci. (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei.*) Roma, 1887; br. gr. in-8°.

Delle cause probabili del vulcanismo presente ed antico della Terra. Memoria seconda del P. D. Timoteo Bertelli. Torino, Collegio degli Artigianelli, 1886; br. in-f°.

Giornale del Genio civile; anno XXVI, gennaio 1888, fascicolo 1°. Roma, tipografia del *Genio civile*, 1888; br. in-8° et planches.

Official copy. The monthly weather report of the Meteorological Office for january and february 1887. London, 1888; 2 br. in-f°. (Deux exemplaires.)

The increase of cancer in England and its cause; by John Francis Churchill. London, David Stott; br. in-8°.

Flora Batava. Afbeelding end Beschrijving van nederlandsche Gewassen. Aangevangen door wijlen Jan Kops, Hoogleeraar te Utrecht; voortgezet door F. W. Van Eeden te Harlem; 277e aflevering-280e aflevering. Leiden, de Breuk und Smits; 4 br. gr. in-4°.

Nederlandsch kruidkundig Archief. Verslagen en mededeelingen der nederlandsche botanische vereeniging; tweede serie, 5e deel, 1e stuk. Nimegen, Thieme, 1887; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 avril 1888.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXIX, seconde Partie. Genève, 1886-1887; 1 vol. in-4°.

Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires; par Albert Gaudry et Marcellin Boule. Troisième fascicule. Paris, F. Savy, 1888; br. in-4°.

Éléments de Zoologie; par C. Claus, traduit de l'allemand par G. Moquin-Tandon; fascicule I. Paris, F. Savy; 1 vol. in-18.

Les stations d'eaux minérales du centre de la France. — La caravane hydrologique de septembre 1887; *par* MM. le Dr P. de Pietra Santa et A. Joltrain. Paris, Georges Carré, 1888; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg; tome XXV (3e série, tome V). Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1887; 1 vol. in-8°.

La Tempérance. — Bulletin de la Société française de tempérance; 2e série, tome VIII, année 1887, nos 3 et 4; 1 vol. in-8°.

Annales de l'École Polytechnique de Delft; tome III, 1888, 4e livraison. Leide, E.-J. Brill, 1888; br. in-4°.

Boletins mensaes do 1° *observatorio meteorologico da repartição dos telegraphos do Brasil na ilha do Governador;* vol. I, anno de 1886; vol. II, anno de 1887. Rio de Janeiro; 2 br. pet. in-4°.

Proceedings of the royal physical Society; session 1886-87. Edinburgh, Mc Farlane and Erskine, 1887; br. in-8°.

Proceedings of the royal Institution of Great Britain; vol. XII, Part I, n° 81. London, december 1887; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; Part III, september-december 1887. Philadelphia, Academy of natural Sciences, 1887; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology, at Harvard College; vol. XIII, n° 7 : *Studies from the Newport marine laboratory,* communicated by ALEXANDER AGASSIZ; XIX : *On certain Medusæ from New England; by* J. WALTER FEWKES. Cambridge, printed for the Museum, february 1888; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 20 février 1888.)

Note de M. *de Jonquières,* sur la construction géométrique de la surface du troisième ordre :

Page 527, ligne 4, *lisez* quatre *au lieu de* trois.

Ce dernier nombre se rapporte à la courbe gauche du quatrième ordre et de *genre* o, et le nombre 4 à celle du genre 1, la seule qui, provenant de l'intersection de deux quadriques, puisse former la base d'un faisceau de ces surfaces.

(Séance du 19 mars 1888.)

Note de M. *Mannheim,* sur certains conoïdes :

Page 821, ligne 25, *après* déplacement continu, *ajouter* non hélicoïdal.